COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

Agricultura

Producción CAPRINA en pastoreo

Identificación de zonas aptas en Colombia a escala 1:100.000









CPOC
Cadena Productiva Ovino-Caprina

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Jhenifer Mojica Flórez
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Aura María Duarte Rojas
Viceministra de Asuntos Agropecuarios

Martha Viviana Carvajalino Villegas
Viceministra de Desarrollo Rural

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)

Claudia Cortés López
Directora general

Emiro José Díaz Leal
Secretario general (e)

Dora Inés Rey Martínez
Directora técnica de Ordenamiento de la Propiedad y Mercado de Tierras

Alexander Rodríguez Romero (2023)
Daniel Alberto Aguilar Corrales (2013-2023)
Director técnico de Uso Eficiente del Suelo Rural y Adecuación de Tierras

Luz Mery Gómez Contreras
Jefe de la Oficina de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Adriana Pérez Orozco
Juan Carlos Avellaneda
Sandra Milena Ruano Reyes
Mónica Cortés Pulido
Asesores

Editores
Felipe Fonseca Fino
Dirección técnica
Alexander Rodríguez Romero (2023)
Daniel Alberto Aguilar Corrales (2013-2023)

Coordinación técnica
Ricardo Fabián Siachoque Bernal

Autores
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Claudia Liliana Cortés López
Sebastián Polo Carrera
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Claudia Patricia Acosta Latorre
Juan Pablo Vásquez Álvarez
Luis Eduardo García Castellanos
Juan Antonio Gómez Blanco
Heidy Soledad Rodríguez Albarracín
Carlos Eduardo Cárdenas Angarita
Juan Pablo Acosta Latorre
Ángela María Zapata Aristizábal
Luisa María Lagos Riaño
Mayra Alejandra Velásquez Ramos
Jaime Vergara Hincapié
Katherine Gómez Rodríguez

Compilación y edición
Juan Pablo Vásquez Álvarez
Sandra Inés Restrepo Sánchez
Jeimy Paola Jiménez Sánchez

Representación cartográfica
Jeny Alejandra Castrillón
Nancy Milena Alarcón
Jaime Andrés Unriza
Wilson Cabanzo
David Leonardo Cifuentes
Jorge Alexander Sierra
Yohana Marcela Urrego
Edward Alejandro Moreno

Diagramación
Sonia Mireya Montaño Bermúdez

Corrección de estilo
Camila De Zubiría Rueda

Fotografía
Andrés Eduardo Paz Duarte
Banco de imágenes UPRA

Elaborado: 2022

Este documento es propiedad de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Prohibida su reproducción total y su uso con fines comerciales sin autorización expresa de la UPRA. Cítese así: Siachoque, R; Cortés, C.; Polo, S.; Páramo, G.; Acosta, C.; Vásquez, J.; García, L.; Gómez, J.; Rodríguez, H.; Cárdenas, C.; Acosta, J.; Zapata, A.; Lagos, L.; Velásquez, M.; Vergara, J. y Gómez, K. (2022). *Producción caprina en pastoreo. Identificación de zonas aptas en Colombia a escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA.

ISBN: 978-958-5552-93-7

©UPRA, 2023

Resumen



Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras que lleva a cabo la UPRA, orientados a direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones: la primera presenta los antecedentes del sector en términos de su importancia internacional y nacional, los antecedentes de la zonificación de la producción caprina, el marco político y el marco normativo de la cadena; la segunda parte aborda el marco conceptual basado en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, respectivamente; la tercera sección presenta la metodología de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de la tierra (TUT), hasta la evaluación y comparación de las matrices multicriterio (biofísica y socioeconómica); la cuarta parte muestra los resultados de la zonificación representados en el mapa de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, las conclusiones y las fuentes de información bibliográfica utilizadas.

Finalmente, a manera de anexo, se presentan para cada uno de los criterios y variables utilizados en la zonificación de aptitud las fichas metodológicas que describen, entre otros aspectos, la definición, su importancia, los rangos de calificación, los mapas de salida como soporte al proceso metodológico y las fuentes de información utilizadas.

Se identificaron 23 criterios (8 físicos, 8 socioecosistémicos y 7 socioeconómicos) y 71 variables, a partir de los cuales se obtuvo el mapa de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000.

En el mapa caprino se identificó que Colombia tiene 30.196.439 ha aptas, equivalente a un 76,9 % de la frontera agrícola nacional (39.239.481 ha). De las áreas aptas, 8.687.380 ha corresponden a una aptitud alta (A1); 6.103.328 ha, a aptitud

media (A2) y 15.405.731 ha, a aptitud baja (A3).

Palabras clave: caprino, zonificación, aptitud, criterios físicos, criterios socioecosistémicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, mapa de aptitud.

Tabla de contenido



Introducción 23

1. Antecedentes 27

1.1. Contexto sectorial 30

1.1.1. Reseña histórica 30

1.1.2. Origen y clasificación taxonómica del ganado caprino 33

1.1.3. Sistemas de producción caprina 36

1.1.4. Aspectos sanitarios 38

1.1.4.1. Enfermedades de control oficial 38

1.1.4.2. Enfermedades comunes en caprinos (no de control oficial) 41

1.2. Contexto mundial 44

1.2.1. Producción mundial de caprinos 44

1.2.2. Dinámica de mercados global (exportaciones-importaciones) 52

1.2.2.1. Consumo mundial de carne caprina 52

1.2.2.2. Comercio mundial de caprinos 53

1.3. Contexto nacional 60

1.3.1. Consumo nacional (carne-leche) 64

1.3.2. Comercio internacional de productos caprinos (exportaciones-importaciones) 64

1.4. Marco político 64

1.5. Marco normativo 65

1.6. Alcances y limitaciones 76
2. Marco conceptual 79
3. Marco metodológico 85
3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT) 89
3.2. Criterios de análisis jerárquico 93
3.2.1. Criterios físicos 93
3.2.2. Criterios socioecosistémicos 101
3.2.3. Criterios socioeconómicos 111
3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas 120
3.3.1. Criterios y variables del componente físico 121
3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico 143
3.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico 153
3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales 159
3.5. Análisis multicriterio 171
3.5.1. Proceso analítico jerárquico (AHP) 171
3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico 172
3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico 176
3.7. Proceso de socialización y validación de la zonificación 181
3.7.1. Reconocimiento de sistemas de producción caprina 181
3.7.2. Reuniones de trabajo con el gremio 181
3.7.3. Validación de la zonificación 182
4. Resultados 185
5. Conclusiones 195
5. Bibliografía 201

Índice de tablas



Tabla 1. Diferencias entre los géneros *Capra* spp. y *Ovis* spp. 32

Tabla 2. Clasificación taxonómica del caprino 33

Tabla 3. Ventajas y desventajas del sistema extensivo de producción caprina 36

Tabla 4. Ventajas y desventajas del sistema intensivo de producción caprina 37

Tabla 5. Reporte de enfermedades ovino/caprino, ICA-diagnóstico 40

Tabla 6. Producción mundial por país de carne caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 45

Tabla 7. Animales en producción/sacrificados a nivel mundial por país para carne de caprinos en millones de cabezas, periodo 2015-2019 47

Tabla 8. Producción mundial por país de leche entera fresca caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 49

Tabla 9. Rendimiento mundial por país de leche entera fresca de cabra en toneladas/animal (ton/animal), periodo 2015-2019 50

Tabla 10. Número de caprinos a nivel mundial por país para leche entera fresca de cabra por millones de cabezas, periodo 2015-2019 51

Tabla 11. Cantidad de suministro de alimentos (kg/persona/año) mundial por país, de carne ovina y caprina, periodo 2014-2018 53

Tabla 12. Exportaciones mundiales por país de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 55

Tabla 13. Exportaciones mundiales por país de carne de caprino en cientos USD, periodo 2015-2019 56

Tabla 14. Importaciones mundiales por país de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 57

Tabla 15. Importaciones mundiales por país de carne caprina en miles USD, periodo 2015-2019 59

Tabla 16. Inventario de caprinos por región en Colombia, periodo 2017-2021 61

Tabla 17. Inventario de caprinos por departamento en Colombia, periodo 2017-2021 61

Tabla 18. Marco político para la zonificación de aptitud para la producción caprina 65

Tabla 19. Normograma para la zonificación de aptitud para la producción caprina 66

Tabla 20. Definición de criterios y variables del componente físico 95

Tabla 21. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico 104

Tabla 22. Definición de criterios y variables del componente socioeconómico 114

Tabla 23. Categorías de aptitud para la producción de caprina en pastoreo 121

Tabla 24. Agrupaciones de leguminosas por similitud en requerimientos edafoclimáticos, características morfológicas y calidades nutricionales 122

Tabla 25. Agrupaciones de pasturas por similitud en requerimientos edafoclimáticos, características morfológicas y calidades nutricionales 125

Tabla 26. Rangos de aptitud del componente físico para la zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo 127

Tabla 27. Coberturas excluidas de la frontera agrícola nacional 143

Tabla 28. Coberturas incompatibles con el TUT 144

Tabla 29. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia 146

Tabla 30. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia 154

Tabla 31. Exclusiones legales 160

Tabla 32. Condicionantes legales 164

Tabla 33. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico 172

Tabla 34. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio 172

Tabla 35. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia 174

Tabla 36. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia 175

Tabla 37. Matriz de paso para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia 175

Tabla 38. Información recopilada en las entidades del estado como insumo para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia 177

Tabla 39. Áreas según categorías de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 186

Tabla 40. Áreas aptas (hectáreas) por departamento para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo para Colombia, escala 1:100.000 188

Tabla 41. Principales municipios con aptitud alta (A1) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 190

Tabla 42. Principales municipios con aptitud media (A2) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 191

Tabla 43. Principales municipios con aptitud baja (A3) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 192

Índice de figuras



Figura 1. Detalle del centro del panel de la «Paz» del Estandarte de Ur (Museo Británico, Londres) con animales domésticos que pueden interpretarse como caprinos con vellón tipo angora 30

Figura 2. *Aegagrus hircus* (este asiático) 34

Figura 3. Ibex (Alpes siberianos) 34

Figura 4. Falconeri (Asia central) 35

Figura 5. Pirenaica (España) 35

Figura 6. Producción mundial de carne caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 44

Figura 7. Animales en producción/sacrificados a nivel mundial para carne caprina en millones de cabezas, periodo 2015-2019 46

Figura 8. Producción mundial de leche entera fresca caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 48

Figura 9. Rendimiento mundial de leche entera fresca de cabra en toneladas/animal (ton/animal) 49

Figura 10. Número de caprinos a nivel mundial para leche entera fresca por millones de cabezas, periodo 2015-2019. 51

Figura 11. Cantidad de suministro de alimentos (kg/persona/año) mundial de carne ovina y caprina, periodo 2014-2018 52

Figura 12. Exportaciones mundiales de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 54

Figura 13. Exportaciones mundiales de carne de caprino en cientos USD, periodo 2015-2019 55

Figura 14. Importaciones mundiales de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019 57

Figura 15. Importaciones mundiales de carne caprina en miles USD, periodo 2015-2019 58

Figura 16. Inventario de caprinos en Colombia, periodo 2017-2021 60

Figura 17. Participación por departamentos en Colombia en la cantidad de caprinos, periodo 2017-2021 62

Figura 18. Histórico del sacrificio de ganado caprino en miles de cabezas, periodo 2011-2019 62

Figura 19. Producción nacional de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2011-2019 63

Figura 20. Producción nacional de leche de caprinos en miles de toneladas (mt), periodo 2010-2019 63

Figura 21. Cantidad de suministro de carne ovina y caprina (kg/persona/año), periodo 2014-2018 64

Figura 22. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas 80

Figura 23. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo 87

Figura 24. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo 88

Figura 25. Estructura de la cadena cárnica ovino-caprina 91

Figura 26. Estructura de la cadena láctea-caprina 92

Figura 27. Criterios y variables del componente físico, pastos, gramíneas, leguminosas y otras 94

Figura 28. Criterios y variables del componente socioecosistémico..... 103

Figura 29. Criterios y variables del componente socioeconómico..... 113

Figura 30. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo..... 163

Figura 31. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo..... 170

Figura 32. Proceso de análisis de información para la obtención del mapa de zonificación 176

Figura 33. Modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia..... 180

Figura 34. Estrategias de socialización y validación en la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia..... 181

Figura 35. Socialización virtual de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia 182

Figura 36. Ovinos y caprinos en pastoreo. San Juan del Cesar (La Guajira), corregimiento La Junta, finca San Mateo..... 183

Figura 37. Socialización de los objetivos de la visita a líder indígena. Ranchería Itakat, Albania (La Guajira) 183

Figura 38. Corral para el descanso de los caprinos. Ranchería Mashamana Maicao (La Guajira)..... 184

Figura 39. Caprinos en corral. La Paz (Cesar), vereda Los Deseos, Aprisco, La Mellita..... 184

Figura 40. Mapa de zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000..... 187

Figura 41. Principales departamentos con aptitud alta (A1) y media (A2) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000..... 190

Figura 42. Principales municipios con aptitud alta (A1) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 191

Figura 43. Principales municipios con aptitud media (A2) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 192

Figura 44. Principales municipios con aptitud baja (A3) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000 193

Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas



AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Área de concentración de especies sensibles en el territorio
AEC	Artritis encefalitis caprina
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AHP	*Analytic hierarchy process* (proceso analítico jerárquico)
AICA	Áreas importantes para la conservación de aves y la biodiversidad
ANCO	Asociación Nacional de Capricultores y Ovinocultores de Colombia
APC	Áreas prioritarias de conservación
Asoovinos	Asociación de criadores de ganado ovino de Colombia
BPAA	Buenas prácticas en la alimentación animal
BPG	Buenas prácticas ganaderas
BPMV	Buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios
CAR	Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
CEZA	Certificado zoosanitario de exportación
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CONPES	Consejo Nacional de Políticas Económicas y Sociales
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DEM	Modelo digital de elevación (por sus siglas en inglés)
DMI	Distrito de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENA	Estudio nacional del agua

FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization)
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FNG	Fondo Nacional de Garantías
Faostat	Base de datos estadísticos de la FAO
IAVH	Instituto Alexander von Humboldt
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
ICR	Incentivo a la capitalización rural
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IDHc	Índice de disponibilidad de humedad para cultivos
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAT	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
Incora	Instituto Colombiano para la Reforma Agraria
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Invima	Instituto Nacional de Vigilancia de Alimentos y Medicamentos
IPM	Índice de pobreza multidimensional
ITH	Índice de temperatura y humedad
LMRMV	Límite máximo para residuos de medicamentos veterinarios
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
NFG	Nueva Federación Ganadera
OCDE	Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
Panaftosa	Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
PET	Población en edad de trabajar
RSPP	Registro sanitario de predio pecuario
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SIDF	Sistema de toma de decisión para la selección de especies forrajeras

UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Unaga	Unión Nacional de Asociaciones Ganaderas de Colombia
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture)



Lista de símbolos

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grado Celsius
cm	centímetro
h	hora
ha	hectárea
kg	kilogramo
km	kilómetro
l	litro
m	metro
m^2	metro cuadrado
m^3	metro cúbico
mm	milímetro
ppm	partes por millón
t	toneladas métricas
Mt	millones de toneladas

Glosario



Agente antimicrobiano: «Designa una sustancia natural, semisintética o sintética, que da muestras de actividad antimicrobiana (mata o inhibe el desarrollo de microorganismos) en concentraciones alcanzables *in vivo*. Se excluyen de esta definición los antihelmínticos y las sustancias clasificadas en la categoría de los desinfectantes o los antisépticos» (OIE, 2018).

Álgebra de mapas: Incluye un amplio conjunto de operadores o algoritmos que se ejecutan sobre una o varias capas ráster con el propósito de producir una nueva capa de salida. El uso de operadores lógicos y/o condicionales permite elaborar operadores complejos para implementar procesos de análisis de datos en estructuras de tipo ráster (Universidad de Murcia, 2021).

Aptitud de la tierra: Potencial de establecimiento de un tipo de utilización de la tierra resultado del análisis de combinaciones de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos enmarcados en una frontera agrícola (UPRA, 2019).

Beneficio de animales: Conjunto de actividades que comprenden el sacrificio y faenado de animales para consumo humano (Resolución 2905 de 2007, Minsalud).

Bienestar animal: Designa el modo en que un animal afronta las condiciones de su entorno. Un animal está en buenas condiciones de bienestar si está sano, cómodo, bien alimentado, en seguridad, puede expresar formas innatas de comportamiento y si no padece sensaciones desagradables de dolor, miedo o desasosiego (según indican pruebas científicas). Las buenas condiciones de bienestar de los animales exigen que se prevengan sus enfermedades y se les administren tratamientos veterinarios; que se les proteja, maneje y alimente correctamente y que se les manipule y sacrifique de manera compasiva. El concepto de bienestar animal se refiere al estado del animal. La forma de tratar a un animal se designa con otros términos como cuidado de los animales, cría de animales o trato compasivo (OIE, 2018).

Bioseguridad: Designa un conjunto de medidas físicas y de gestión diseñadas para reducir el riesgo de introducción, radicación y propagación de las enfermedades, infecciones o infestaciones animales hacia, desde y dentro de una población animal (OIE, 2018).

Cadenas productivas: Conjunto de actividades que se articulan técnica y económicamente desde el inicio de la producción y elaboración de un producto agropecuario, hasta su comercialización final (Ley 811 de 2003).

Cabra: Hembra que ya parió una vez; puede llegar a producir hasta los 6 años dependiendo del manejo realizado, comenzando luego a disminuir su producción. Sus condiciones fisiológicas pueden ser: vacías, preñadas y con cría (Gioffredo, 2010).

Cabrito-cabrita: Desde que nacen hasta que se destetan y empiezan a comer más pasto que leche (Gioffredo, 2010).

Capón: Macho castrado, liviano hasta los 30 kg y pesado cuando supera dicho peso (Gioffredo, 2010).

Carne: Designa todas las partes comestibles de un animal (OIE, 2018).

Competitividad: Determinante fundamental del modelo de crecimiento y desarrollo sectorial; se asocia con el uso eficiente de los factores de producción, la consolidación de los altos niveles de innovación en los sistemas productivos, la diversificación y ampliación de los mercados, la articulación de los mercados regionales y la población rural para desarrollar su potencial productivo y elevar su calidad de vida (UPRA, 2015).

Condicionante legal: Áreas donde las actividades agropecuarias pueden ser permitidas, restringidas o prohibidas de acuerdo con las condiciones impuestas por la ley (Resolución 261 de 2018, MADR).

Criterio: Atributo complejo (conjunto de variables) de las cualidades de la tierra que actúa independientemente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976).

Chivo o chivato: Macho entero, padre del hato. Su vida útil reproductiva tiene relación directa con su manejo, y puede llegar a 6 años máximo (Gioffredo, 2010).

Chivito: Macho que se desteta sin castrar y que todavía no ha entrado en servicio (Gioffredo, 2010).

Enfermedad de control oficial: Enfermedades que afectan a la producción pecuaria, para la cual el ICA adelanta actividades de vigilancia, inspección y control (ICA, noviembre de 2020).

Enfoque ecosistémico: Uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano, en cuya visión las estrategias de gestión deben considerar tanto la dinámica en las diferentes escalas de la organización biológica como las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales (UPRA, 2015).

Evaluación de tierras: Proceso de determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos, teniendo en cuenta los aspectos físicos, económicos y sociales; considera los aspectos económicos del uso propuesto, las consecuencias sociales para la gente del área y del país en general, y las repercusiones, benéficas o adversas, para el medioambiente (FAO, 1976).

Evaluación multicriterio: Método diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere la evaluación de varios criterios. Un criterio es la base para una decisión, puede medirse o evaluarse y puede ser de dos tipos: factor (para el cual se definen los niveles de aptitud) o restricción (que, para este caso, se considera de carácter técnico, normativo, o técnico-normativo). Un

factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración; una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman et al., 1995).

Exclusiones legales: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de proyectos productivos del sector agropecuario (UPRA, 2013).

Forraje: Hierbas, pastos verdes o secos y, por extensión, diversas plantas u órganos vegetales empleados para alimentar los animales domésticos, especialmente, el ganado (Senasa, 2015).

Hembra de reposición: Hembra desde que se desteta hasta que pare por primera vez. Condiciones fisiológicas: vacías o preñadas (Gioffredo, 2010).

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc): Relación entre precipitación y evapotranspiración de referencia mensual, llevado a una medida de tendencia anual en función al rendimiento relativo de los cultivos (Doorenbos y Kassam, 1979).

Índice de presión hídrica de los ecosistemas (IPHE): Relación entre la huella hídrica verde total de la cuenca (sector agrícola y sector pecuario) y la disponibilidad de agua verde para cada cuenca (Ideam, 2015b).

Índice de regulación hídrica: Capacidad de retención de humedad de las cuencas, con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios (Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (Orarbo, 2020).

Inocuidad: Conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que, una vez ingeridos, no representen un riesgo apreciable para la salud. No se puede prescindir de la inocuidad de un alimento al examinar la calidad, dado que la inocuidad es un aspecto de la calidad (ICA, noviembre de 2020).

Leche: Fluido biológico que segregan las hembras de los mamíferos y cuyo papel es aportar los nutrientes y la energía necesarios para el crecimiento y el desarrollo de las crías durante los primeros meses de vida (OIE, 2018).

Rendimiento en canal: Se refiere a la relación de pesos entre el peso en canal del animal y el peso del animal en pie antes de ser sacrificado. Una canal bovina está representada por las estructuras anatómicas que quedan luego de que un bovino vivo se ha sacrificado bajo procedimientos estándares en los mataderos, desollado (eliminado la piel completa), eviscerado y desprendido de la cabeza y manos (a nivel del carpo), las patas (a nivel del tarso) y la cola (a nivel de la tercera vértebra caudal (Fedegán, 2006).

Tipo de utilización de tierra (TUT): Conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, infraestructural y cultural especifico (tipo de cultivo, objetivos de producción, tipo de manejo, rotación cultural, intensidad de mecanización y capital, infraestructura requerida, tamaño y tenencia de la tierra, entre otros) (FAO, 2003).

Uso eficiente del suelo rural: Armonización espacial o temporal de todos los usos del suelo en un área determinada, que garantiza el bienestar humano con el fin de alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio (UPRA, 2015). En tal sentido, la eficiencia se refiere tanto a la sostenibilidad

integral como a la competitividad de los sistemas productivos (UPRA, 2014).

Variable: Característica o atributo de la tierra que puede medirse o estimarse (FAO, 1976).

Zonificación: Proceso que identifica y delimita las áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo de una actividad agropecuaria determinada bajo un marco legal, normativo y técnico que la define y diferencia de otros usos posibles. Es una herramienta técnica para el desarrollo de iniciativas de inversión que permite orientar la formulación de políticas y la destinación de recursos públicos y privados del sector (UPRA, 2018).

Zoonosis: Designa cualquier enfermedad o infección que puede ser transmitida naturalmente por los animales a las personas (OIE, 2018).



Introducción



Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, «Pacto por Colombia, pacto por la equidad» (Ley 1955 de 2019) en «II. Pacto por el emprendimiento, la formalización y la productividad: una economía dinámica, incluyente y sostenible que potencie todos nuestros talentos», «IV. Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo» y «XVI. Pacto por la descentralización: conectar territorios, gobiernos y poblaciones», asignó el desarrollo de acciones al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a través de la UPRA.

En cumplimiento de lo señalado en la Ley 1955 de 2019; las funciones del Decreto de creación de la Unidad (4145 de 2011), respecto al uso eficiente del suelo, la adecuación de tierras, el ordenamiento social de la propiedad, el mercado de tierras y el seguimiento y evaluación sobre las materias señaladas anteriormente; la Ley 1551 de 2012, en lo relacionado con la elaboración de planes de desarrollo y de ordenamiento territorial; la Ley 1776 de 2016 de zonas zidres y la Resolución del MADR 299 de 2019, la UPRA, formuló y registró ante el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el proyecto de inversión «Desarrollo de la planificación y gestión del territorio rural para usos agropecuarios en el ámbito nacional». Dicho proyecto tiene como objetivo general: «Fortalecer la orientación de la política de planificación y la gestión del territorio para usos agropecuarios».

La UPRA fue creada por el Decreto 4145 del 3 de noviembre de 2011 como una unidad administrativa especial de carácter técnico y especializado, sin personería jurídica, adscrita al Ministerio de Agricultura Rural, con autonomía presupuestal, administrativa, financiera y técnica. De acuerdo con lo señalado en el Artículo 5 del Decreto 4145 de 2011, se establecen, entre otras, las siguientes funciones: planificar el uso eficiente del suelo, definir los criterios y crear los instrumentos requeridos para el efecto, previendo el respectivo panorama de riesgos y una mayor competitividad de la producción agropecuaria en los mercados internos y externos; y definir criterios y diseñar instrumentos para el ordenamiento del suelo rural apto para el desarrollo agropecuario, que sirvan de base para la definición de políticas para ser consideradas por las entidades territoriales en los planes de ordenamiento territorial.

Por lo anterior, y teniendo en cuenta que el proyecto formulado, y al cual se le asignaron recursos de inversión para la vigencia 2020 del PGN, se enmarca en los programas del nuevo catálogo de cuentas del Ministerio de Hacienda y Crédito Público-DNP y en la alineación del presupuesto orientado a resultados del programa «Ordenamiento social y uso productivo del territorio rural», enfocado a aquellas intervenciones para mejorar el acceso, uso y aprovechamiento adecuado de las tierras rurales (que tiene como elementos constitutivos del programa la planificación del ordenamiento productivo para el uso eficiente del suelo rural, el ordenamiento social de la propiedad rural y el desarrollo y aplicación de lineamientos e instrumentos para la regulación del mercado de tierras), la Dirección de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras de la UPRA propuso desarrollar estudios que tienen como propósito fundamental generar instrumentos técnicos para la definición de políticas públicas a cargo del Ministerio

de Agricultura y Desarrollo Rural y sus entidades adscritas y vinculadas.

En Colombia, el análisis de las problemáticas de las zonas rurales y la definición de alternativas de manejo espacial a partir de la integración de múltiples factores han sido limitados, dado que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, dejando subordinados y hasta olvidados los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

Con base en lo anterior, surgió la necesidad, por parte de la UPRA, de proponer diferentes zonificaciones para los sectores agrícola, pecuario, forestal, acuícola y pesquero, abordados desde un enfoque interdisciplinario, partiendo de la premisa de que la zonificación, como instrumento de planificación para las áreas rurales, facilita la identificación de áreas geográficas con una combinación de características físicas, biológicas, humanas e institucionales aptas para un uso determinado, que pueden ser interpretadas en términos de objetivos para la gestión. La aplicación de este instrumento debe estar respaldada por información que permita analizar los diferentes procesos físicos, socioecológicos y socioeconómicos que describen la heterogeneidad y particularidad de cada área geográfica) (Ortiz-Lozano et al., 2009).

Desde el año 2013 la UPRA viene realizando adaptaciones a la metodología de evaluación de tierras de la FAO y se propuso, como un primer instrumento, la evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional, metodología a escala 1:100.000 (UPRA, 2013), tomando como base el enfoque FAO en lo relativo a su forma de aplicación e incorporando los aspectos socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), así como los de política y gobernabilidad, metodología fundamentada en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos y socioecosistémicos se integran en un matriz (biofísica), y los socioeconómicos en otra, son ponderados de acuerdo con las características propias de una determinada cadena productiva, consolidando al final una matriz de paso entre los dos mapas intermedios para obtener resultados de zonas aptas para un determinado uso.

En el marco de dicha actividad, la UPRA adelanta estudios que sirven como referencia para la actividad misional de la unidad o como medio para la validación de las metodologías, lineamientos y criterios propuestos en el marco de las demás actividades. Desde el año 2014 la UPRA ha venido realizando ejercicios de zonificación de cultivos que ya suman más de 36 cadenas productivas, siendo las agrícolas las siguientes: cacao, palma de aceite, papa, maíz tecnificado de clima cálido, arroz secano mecanizado, aguacate hass, mango, papaya, fresa, piña, cebolla de bulbo, ají tabasco, pimentón, algodón, banano de exportación, caña panelera, café, pasifloras (maracuyá y gulupa), granadilla, maíz tradicional y soya; en tanto que la zonificación forestal agrupa las 33 especies que tiene en cuenta el certificado de incentivo forestal (ICR), instrumento del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a la cual se suma el caucho.

Las zonificaciones pecuarias en la UPRA iniciaron con la zonificación de aptitud para avicultura, en el año 2016, seguida del mapa de zonificación de aptitud para el sector porcícola a nivel nacional en el año 2018 y las zonificaciones de aptitud para la producción de carne y leche bovina en pastoreo y la

identificación de zonas potenciales para el establecimiento de ocho grupos de gramínea para el pastoreo; en 2020 también se inició con la definición de zonas aptas para la producción de búfalos y de ovinos de carne en pastoreo en Colombia.

Por lo anterior, y en 2021, la UPRA inició la zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000, la cual contó en sus diferentes fases con la activa participación de los actores de la cadena, las asociaciones colombianas de criadores de caprinos (Asoovinos y Fedeanco), el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a través de la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas, la secretaria técnica de la cadena ovino/caprina, ICA, Agrosavia y el Instituto Alexander Von Humboldt, cuyos resultados orientaron los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural para este subsector.

Dentro de los objetivos específicos de la presente zonificación de aptitud están:

La elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, mediante la definición de criterios y variables que incidan en la delimitación de áreas con aptitud.

La definición de los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación, así como la identificación y estandarización de la información geográfica disponible en bases de datos asociadas.

La elaboración, con base en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para la producción caprina (*Capra hircus*) en Colombia escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro partes: en la primera se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia económica de la producción caprina en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, así como los marcos político y normativo asociados a la producción; en la segunda, se describen los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud; en la tercera, se plantea la metodología empleada, incluyendo los criterios usados dentro de los tres componentes, su evaluación y ponderación para la obtención del mapa de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, en la cuarta parte se presentan los resultados obtenidos en la identificación de las áreas aptas para la producción caprina en pastoreo en Colombia y se exponen las conclusiones y la bibliografía.

Al final, se presenta el anexo que contiene las fichas metodológicas de cada variable y criterio utilizados en la zonificación e indica su definición, la importancia, los limitantes de la evaluación, metodología utilizada, rangos para la asignación de valores de aptitud, representación cartográfica y las fuentes de información utilizadas como insumo para su obtención.

1. Antecedentes



1. Antecedentes

La Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) desde el año 2014 ha realizado diferentes zonificaciones de aptitud a escala 1:100.000 para todo el territorio colombiano y entre ellas se pueden mencionar las plantaciones forestales comerciales, caucho, cacao, palma de aceite, papa genérica, maíz tecnificado de clima cálido, arroz secano mecanizado, aguacate hass, mango, papaya tainung, fresa, piña MD-2, cebolla de bulbo, ají tabasco, pimentón, algodón, caña de azúcar para la producción de panela, banano de exportación, papa de la variedad diacol capiro para uso industrial, café, maracuyá, gulupa, granadilla, maíz tradicional y soya.

En el sector pecuario, se desarrollaron las zonificaciones de aptitud para avicultura en granjas, porcicultura tecnificada, así como la ganadería bovina vacuna de leche y carne en pastoreo, las zonificaciones de carne bufalina y ovina. De forma paralela, se vienen actualizando las zonificaciones de aptitud de especies acuícolas y pesqueras para los cultivos comerciales en estanques en tierra de tilapia, cachama, trucha, tres especies ícticas nativas de Colombia (yamú, bocachico y bagre rayado), camarón blanco y pirarucú, pesca marina artesanal de camarón y bocachico del Magdalena.

El mapa de zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) para Colombia a escala 1:100.000 contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA, fortaleciendo el desarrollo de políticas del sector, priorizando la consolidación de posibles núcleos productivos y orientando inversiones a escala nacional o regional; es decir, la zonificación es parte del proceso de planificación pecuaria y constituye una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.

En el año 2017 la UPRA realizó dos zonificaciones de aptitud para la especie bovina, una enfocada a la producción de carne y la otra a la producción de leche, ambas bajo el sistema de pastoreo y orientadas al mercado nacional y de exportación, la escala utilizada fue 1:100.000. Siendo estos los primeros ejercicios de zonificación en este tipo de ganadería (bovinos) en el país, su desarrollo se basó en los principios y fundamentos del «Esquema de evaluación de tierras» (FAO, 1976), las directrices y guías de la «Evaluación de tierras para agricultura» (FAO, 1985) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el «Framework for Land Evaluation» (FAO, 2007).

Igualmente, en ese año, y como herramienta del proceso de ordenamiento de los sistemas productivos pecuarios de animales de pastoreo, la UPRA efectuó las zonificaciones de aptitud para los pastos ángleton (*Dichantium aristatum*) y climacuna (*Dichantium anulatum*), brachiaria común y basilisk (de *Cumbens*), estrella (*Cynodon nlenfuensis*), guinea común (*Megathyrsus maximus*), humidícola (*Brachiaria* humidícola), kikuyo (*Cenchrus clandestinus*), pará o admirable (*Brachiaria mutica*) y raygras anual (*Lolium multiflorum*), entre otros; esto se realizó considerando que las gramíneas constituyen la base de la oferta forrajera, sin desconocer que lo ideal en la alimentación animal es que las praderas estén compuestas además por leguminosas y otras familias.

En Latinoamérica se han realizado avances importantes en torno a trabajos de zonificación o evaluación de las tierras para diferentes actividades agropecuarias, por ejemplo, en Brasil se realizó una propuesta metodológica de evaluación de tierras (Pereira y Lombardi, 2004), o los sistemas cuantitativos de evaluación de tierras en Argentina, basados en criterios físicos (Morales et al., 2015).

En México la especie caprina tiene una fuerte importancia económica y productiva; gracias a esto se han venido adelantado estudios locales de productividad como fuente de trabajo social buscando una aproximación socioeconómica de las tipologías de productores en sistemas de producción de cabras criollas en el sur del estado de México.

En Colombia se han desarrollado trabajos locales con comunidades étnicas donde se ha desarrollado una caracterización del sistema de producción ovino-caprino y las rutinas de gestión de la comunidad indígena wayuu. Metodológicamente, fue una investigación cualitativa guiada por un enfoque sistémico. El tipo de investigación fue de carácter descriptivo dentro de un ambiente etnográfico. Las técnicas de recolección de los datos se fundamentaron en la observación y la entrevista semiestructurada. El análisis se hizo con la triangulación de los datos. Como resultados relevantes se encontró que la cadena o eslabón de ovinos y caprinos en la comunidad indígena El Pasito no tiene un proceso regular técnico-científico, sino que se basa en los protocolos ancestrales de la cultura wayuu y que el principal propósito de la cadena de producción ovino-caprina para esta comunidad no es con fines de comercialización sino de estatus o reconocimiento social (Espinosa, 2020).

También cabe recalcar trabajos realizados en otros países de América del Sur, como el trabajo realizado en Chile «Método de zonificación ambiental para el establecimiento de especies forrajeras con uso pastoril en Chile Central», donde se evaluaron cinco especies forrajeras tradicionalmente utilizadas en Chile como alimento para ganado bovino, ovino, caprino y equino, cuyo establecimiento se realiza considerando los requerimientos físico-ambientales. Este estudio aporta antecedentes sobre las capacidades de establecimiento potencial para un mayor y mejor abastecimiento de forraje para ganado, en zona de secano. Las especies Trifolium subterraneum L., Trofolium michelianum Savi, Phalaris aquatica L., Medicago polymorpha L. y Avena sativa L. fueron elegidas por su éxito comprobado en establecimiento de cultivos anuales, baja demanda de riego, fácil manejo, bajos costos de producción, disponibilidad de semillas y palatabilidad para las principales razas ganaderas locales (Garfias et al., 2019).

1.1. Contexto sectorial

1.1.1. Reseña histórica

La cabra ha sido deificada por diversas culturas a lo largo de la historia, entre otras la griega, en cuya mitología se habla de una cabra llamada Amaltea que amamantó a Zeus (Júpiter), el padre de los dioses. Así mismo, existían otros personajes mitológicos denominados sátiros, que eran individuos con cuerpo de cabra, y cabeza y tronco de humano. Por otro lado, es importante mencionar que en la *Biblia* esta especie de animal es citada con frecuencia junto con el ovino (Watty, 2021).

Sin embargo, a pesar de la importancia que tuvo la cabra en la antigüedad, su popularidad empezó a disminuir en el hemisferio occidental a partir de la Edad Media, ya que debido a interpretaciones inadecuadas de la *Biblia* este animal empezó a ser relacionado con el pecado y el mal, atribuyéndole como consecuencia poderes malignos (Watty, 2020).

El caprino fue domesticado hace unos 10.000 años y hay evidencias de que fibras caprinas fueron usadas para vestimenta hace más de cuatro mil años. En el Estandarte de Ur (Iraq), que se remonta al siglo XXVI a. C., se pueden observar cabras con vellón tipo angora (figura 1) y en Umma (Iraq) se encontraron tablillas de arcilla del siglo XXI a. C. con escrituras cuneiformes sumerias haciendo referencia a la producción de pelo de cabra. Moisés resalta la importancia del pelo de cabra en la *Biblia* al relatar en el éxodo de los judíos de Egipto, datado entre los siglos XIII y XIV a. C.: «Harás asimismo cortinas de pelo de cabra para una cubierta sobre el tabernáculo» y «Todas las mujeres cuyo corazón las impulsó en sabiduría hilaron pelo de cabra» (Mueller, 2017).

Se afirma que de todos los animales domésticos, a excepción del perro, la cabra probablemente es el animal que posee un mayor rango de difusión a nivel mundial.

Figura 1. Detalle del centro del panel de la «Paz» del Estandarte de Ur (Museo Británico, Londres) con animales domésticos que pueden interpretarse como caprinos con vellón tipo angora



Fuente: https://www.redalyc.orgjournal/864/86458368001/html/



Las primeras evidencias de la existencia de la cabra datan del Neolítico, sin embargo, su relación con el ser humano se remonta hasta 8000 años a. C. en pinturas rupestres encontradas en los montes Zagros, situados en el suroeste de Asia, pero aún se desconoce el inicio de su domesticación. A pesar de la antigüedad de su relación con el hombre, la cabra no ha evolucionado tanto como lo han hecho otros rumiantes domésticos, por lo que conserva ciertas características anatómicas, fisiológicas y de comportamiento, como vestigios de su origen salvaje (Watty, 2020).

Debido a su adaptabilidad y resistencia, la cabra se transformó en un animal marginado, criado por gente también marginada. De esta forma, se empezó a clasificarla como un animal «inferior» y que no merece mayor atención (Sáenz, 2007).

Existen varias versiones de la llegada de estos animales a Colombia, pero las más acertada indica que las primeras cabras se remontan al 27 de julio de 1525, cuando don Rodrigo de Bastidas llegó a Santa Marta, contando en su gran cargamento con unas cuantas cabras de razas diferentes como la malagueña, la serrana, la andaluza, la canaria, la murciana y la granadina.

- Este rebaño no vino directamente de España, sino de las islas de Centroamérica, a donde habían llegado de España. Arribó el rebaño caprino, con el propósito simple de acabar con los cultivos adelantados por nuestros aborígenes, conducta que concluyó en su desplazamiento forzado hacia la península de La Guajira, terreno aislado y representado en un semidesierto. Allí hizo su asiento la cabra; allí ya no continuó en su racha de dañar todo, por una simple razón: allí no hay nada que dañar (Soto, 2019).

La introducción de varias especies animales a territorio americano se da por los españoles que llegan en sus embarcaciones hasta la península de La Guajira, donde realizan intercambios comerciales con indígenas, así como saqueos en las diferentes ciudades costeras. Las especies animales de importancia zootécnica eran transportadas por los españoles con un objetivo claro, el cual era la alimentación de las tropas. Para el año de 1525 llegan a la bahía de Santa Marta, Colombia, las primeras especies con miras a

conformar producciones, que servirían más adelante como fuente de alimento a los nuevos colonizadores. Del puerto de Santa Marta salen los primeros exploradores españoles, llegan a Santander de la mano del capitán Antonio de Lebrija en 1529. En 1537 Jiménez de Quesada ordena a Lebrija una nueva expedición al interior del nuevo reino, llegando así a la Tora, lo que hoy en día se conoce como Barrancabermeja (Vargas et al., 2016).

Para los caprinos no ha existido un plan estatal de introducción de razas foráneas, sin embargo, en los años ochenta, por iniciativas privadas de algunos productores interesados en el desarrollo del sector, se introdujeron razas lecheras al país de varios orígenes. Entre las razas que se importaron están: saanen, alpina, nubiana, toguenburg y la mancha. Estas razas están ampliamente difundidas por todo el territorio nacional en los sitios donde se desarrollan iniciativas para la producción de leche.

Tradicionalmente se ha considerado al ovino y al caprino especies muy semejantes y, de hecho, los avances científicos y tecnológicos que se han alcanzado en el ovino por lo general se extrapolan a la cabra en muchos aspectos. Sin embargo, es muy importante enfatizar que la especie caprina y la ovina presentan más diferencias que semejanzas y por lo tanto su manejo con fines productivos debe realizarse en forma particular.

A continuación, en la tabla 1 se presentan las principales diferencias entre ovinos y caprinos.

Tabla 1. Diferencias entre los géneros *Capra* spp. y *Ovis* spp.

Característica	Género *Capra* spp.	Género *Ovis* spp.
Cola	Muy móvil, sección oval, corta y sin pelo en la región ventral.	Poco móvil, sección circular, larga y cubierta de pelo totalmente.
Cuernos	Generalmente se desarrollan siguiendo una tendencia recta.	Generalmente se desarrollan siguiendo una tendencia en espiral.
Barba	Se presenta en macho y hembras viejas.	No se presenta.
Fosa lacrimal	No	Sí
Glándulas interdigitales	No	Sí (miembros posteriores)
Boca	Forma triangular y labio superior móvil	Forma redondeada y poco móvil
Número de cromosomas	60	54
Temperamento	Independencia, nerviosismo, agresividad y agilidad	Más dependencia, tranquilidad, docilidad y torpeza

Fuente: https://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Introduccion%20a%20la%20caprinocultura%20PAPIME.pdf (2021).

La cabra es un animal poco gregario en comparación con el ovino, es decir, que a pesar de que se maneja en grupos, tiende a ser independiente. Por otro lado, la cabra ha desarrollado en el transcurso de su evolución un miedo singular al agua debido a que su hábitat de origen es en terrenos irregulares y montañas escarpadas donde la presencia de lluvias la pone en peligro de resbalar y caer. Otra característica importante es la habilidad que tiene esta especie para ramonear con alta frecuencia, para consumir su alimento, situación que le otorga un lugar privilegiado dentro de los rumiantes, por tener acceso a porciones vegetales a las que el bovino y el ovino no pueden llegar (Watty, 2020b).

1.1.2. Origen y clasificación taxonómica del ganado caprino

Rumiante doméstico, de un metro de altura, ligero, esbelto, con pelo corto, áspero y a menudo rojizo, cuernos huecos, grandes, esquinados, nudosos y vueltos hacia atrás, un mechón de pelos largos colgante de la mandíbula inferior y cola muy corta. Hembra de esta especie, algo más pequeña que el macho y a veces sin cuernos.

Los primeros ejemplares de los que se tienen noticias evolucionaron hace 20 millones de años en el período Mioceno en las regiones de Asia. Estos mamíferos vertebrados pertenecen al orden *Artiodactyla*, subórdenes *Ruminantia*, familia *Bovidae* y subfamilia *caprinae* (tabla 2).

Tabla 2. Clasificación taxonómica del caprino

Reino	Animal
Subfilo	Vertebrado
Clase	Mamíferos
Orden	*Artiodactyla*
Suborden	Rumiantes
Familia	*Bovidae*
Subfamilia	*Antilopinae*
Tribu	*Caprini*
Género	*Capra*
Especie	*Capra hircus*

Fuente: Naturalista, (2022), (https://www.naturalista.mx/taxa/123070-Capra-hircus).

Existen cinco especies de cabras agrupadas principalmente por la conformación de sus cuernos y lugar de origen. Entre ellas se encuentran la *Aegagrus* (este asiático) (figura 2), ibex (Alpes siberianos) (figura 3), falconeri (Asia Central) (figura 4), pirenaica (España) (figura 5).

Figura 2. *Aegagrus hircus* (este asiático)



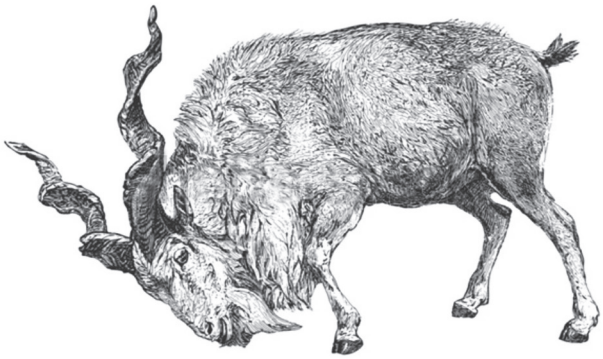
Fuente: https://www.alamy.es/foto-la-cabra-de-angora-capra-aegagrus-hircus-ilustracion-del-libro-de-fecha-1904-107963141.html

Figura 3. Ibex (Alpes siberianos)



Fuente: https://www.alamy.es/imagenes/cabra-mont%C3%A9s-ibex.html?imgt=8

Figura 4. Falconeri (Asia Central)



Fuente: https://www.shutterstock.com/es/image-vector/markhor-capra-falconeri-vintage-illustration-meyers-96854083

Figura 5. Pirenaica (España)



Fuente: https://www.artmajeur.com/es/manuelvelis/artworks/6210598/cabra-pirenaica

Las cabras son animales multipropósito: producen carne, leche, piel, pelo y su estiércol se considera un excelente abono orgánico. En Colombia el objetivo de su explotación va dirigido, básicamente, a la producción de leche. La décima parte de toda la leche consumida en el mundo proviene de las cabras y en ciertas zonas es la única fuente láctea; en regiones de Asia, India, África y el Caribe, estos animales constituyen el más importante abastecimiento de carne roja. El pelo de cachemir o de mohair es célebre en todo el mundo.

1.1.3. Sistemas de producción caprina

Los sistemas de producción agropecuarios son la combinación de factores y procesos ambientales, económicos y sociales que funcionan como un todo integrado, interactuando entre sí y de los cuales el productor obtiene uno o más productos, consecuentes con las metas y objetivos de la empresa (FAO, 2021b).

La caprinocultura colombiana se ha diversificado con diferentes matices de acuerdo con varios factores como son las condiciones ecológicas, la calidad genética de los animales, los objetivos de producción, las necesidades nutricionales, entre otras. De este modo, en nuestro país se pueden identificar los siguientes sistemas de producción:

a) Sistemas extensivos de producción

Bajo este sistema, las cabras pastorean sobre grandes áreas, usualmente están ubicadas en tierras marginales que son inapropiadas para la agricultura. Este sistema incluye patrones nómadas, trashumantes y sedentarios de producción y se caracteriza por el hecho de que los animales son constantemente transportados. Los animales pastorean a voluntad y no se presenta ningún tipo de suplementación con alimentos concentrados o sales mineralizadas (tabla 3).

Tabla 3. Ventajas y desventajas del sistema extensivo de producción caprina

Ventajas	Desventajas
Poca mano de obra.	No hay control de monta.
Pocos gastos en instalaciones.	Problemas de consanguinidad.
No hay costos en cercas.	No hay control de partos.
Bajos costos en alimentación.	No se conoce el número de animales.
	Por su libertad se vuelven salvajes causando daños en las fincas vecinas.
	No se recoge el estiércol o caprinaza.
	No hay control sanitario.
	Hay dificultad en el suministro de sales minerales.
	Se dificulta el ordeño regular.

Fuente: Carrero y Marles (2005).

B) Sistema intensivo

En este sistema se requieren instalaciones para una producción estabulada y de la provisión de concentrados alimenticios de gran valor proteico y energético. Es un sistema que presenta la desventaja de requerir mayores costos (instalaciones y mano de obra), pero se facilita el manejo de los animales y se obtienen mejores índices productivos en carne y leche y, por lo tanto, mayor rentabilidad (Grajales et al., 2011) (tabla 4).

Tabla 4. Ventajas y desventajas del sistema intensivo de producción caprina

Ventajas	Desventajas
Aprovechamiento de los productos de la cabra como leche, crías, piel y caprinaza.	Requiere más mano de obra para alimentar a las cabras, aseo y manejo diario.
Control permanente de la sanidad, monta y número de animales.	Inversiones altas.
Animales mansos.	No es rentable para productores pequeños.
Grandes producciones en poco terreno.	

Fuente: Carrero y Marles (2005).

C) Sistema semiintesivo de producción

Este sistema representa una combinación entre los sistemas extensivo e intensivo; los animales pastorean en el día, posteriormente en la tarde-noche son estabulados y se les proporciona un suplemento alimentico. Requiere la inversión en instalaciones y alimentos concentrados. Generalmente presenta mejores rendimientos productivos que el sistema extensivo (Aréchiga et al., 2008); actualmente el 80 % de las producciones caprinas en Colombia tiene este sistema.

Es un sistema bastante utilizado en algunas zonas del país (Boyacá, Cundinamarca) y se caracteriza por:

- Realizar pastoreo en potrero o mediante estaca (sistema familiar) durante el día, y estabulados en la noche.
- Siempre hay suplementación de sal, miel, forraje y/o concentrado.
- Se les da protección a las cabras en periodos de gestación y parto.
- Se le da cuidado a los recién nacidos.
- Control de montas (evitando consanguinidad).

D) Sistema familiar

Es un sistema bastante utilizado en algunas zonas del país (Boyacá, Cundinamarca) y se caracteriza por:

- Tener pocos animales por explotación.
- En las mañanas los animales son llevados en lazo y se dejan en un lugar donde puedan aprovechar al máximo los pastos y arbustos del lugar.
- Son cambiados mediante el control de la soga con el fin de aprovechar al máximo el pasto fresco.
- Hay control sanitario.

- En la tarde son llevados a la casa donde los animales duermen en solares o patios.

- Son animales mansos y se tienen principalmente para producir leche para la familia y la producción de subproductos lácteos.

1.1.4. Aspectos sanitarios

Existen diferentes agentes patógenos que afectan el desarrollo productivo y reproductivo del ganado caprino, por lo que la sanidad animal constituye un factor determinante para el establecimiento de cualquier sistema productivo, ya que se debe mantener durante toda la vida de los animales y en cada una de las etapas productivas, siendo un «pilar fundamental para asegurar la competitividad del sector pecuario» (SAG, 2020).

Tiene como objeto preservar la salud y vida de los animales, prevenir el ingreso de enfermedades a los sistemas productivos, controlar y erradicar las enfermedades presentes en el país, además de ser un componente esencial del bienestar animal pues vela porque estos no presenten ningún tipo de alteración física o mental que pueda concluir en detrimento del estado de salud.

La falta de un adecuado manejo sanitario «ocasiona importantes pérdidas económicas derivadas en primer lugar por las restricciones al comercio exterior de animales o sus productos y en segundo lugar por las pérdidas a la producción y productividad» (Sanz, 2010). Por tal razón, la prevención y control de las enfermedades animales constituye un bien público mundial (OIE, 2021).

Para la especie caprina no existen enfermedades notificadas por la OIE exclusivas para la especie, pero sí existen enfermedades conjuntas entre los rumiantes de control oficial y notificación obligatoria, que deben ser reportadas al ente sanitario (ICA), entre las cuales se encuentran las siguientes:

1.1.4.1. Enfermedades de control oficial

Fiebre aftosa: enfermedad de origen viral que restringe el comercio de animales, genética, carne y leche; es causada principalmente por un *Aphtovirus picornaviridae*; afecta animales de pezuña hendida como bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, ciervos, antílopes y otros rumiantes.

Presenta una morbilidad de casi el 100 % y es altamente contagiosa; en animales adultos la mortalidad es generalmente menor del 1 %, pero puede ser mucho mayor en los animales jóvenes; no es una enfermedad zoonótica; se caracteriza principalmente por presentar fiebre, úlceras en boca, incluyendo lengua, labios, ubres y pezuñas, aunque los síntomas pueden variar dependiendo de la cepa que cause la enfermedad.

En Colombia, entre 1950 y 1951, ingresan a Colombia los dos tipos de la enfermedad por Arauca a través de la frontera con Venezuela y por el Valle del Cauca, respectivamente. Otro tipo diferente solo se presentó en el municipio de Leticia en el Amazonas, en 1967 y 1970, y fue erradicado mediante fusil sanitario, vacunación y control estricto de movilización (Franco, 2011); en 2009, se declaró un país libre de la enfermedad con vacunación.

Las zonas de frontera constituyen una constante amenaza, por lo que se encuentran reglamentadas zonas de alta vigilancia con 15 km a lo ancho de siete municipios en los departamentos de Arauca, Boyacá y Vichada limítrofes con Venezuela (La

Primavera, Puerto Carreño, Cravo Norte, Arauquita, Saravena, Cubará y Arauca), según Resolución 3333 de 2010 del ICA, *buffer* 15 km límite fronterizo con Ecuador, en los departamentos de Nariño y Putumayo, según Resolución 4693 del 2012.

Brucelosis: enfermedad bacteriana, infectocontagiosa, de distribución mundial con importantes consecuencias económicas ya que reduce el rendimiento productivo y reproductivo de los animales; es causada principalmente por *Brucella abortus,* aunque también por *Brucella melitensis*. Afecta principalmente a bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, equinos, bufalinos, caninos, camélidos, bisontes, alces y algunos mamíferos marinos.

A pesar de que presenta una baja morbilidad en animales adultos, se caracteriza principalmente porque reduce el rendimiento reproductivo; en hembras genera abortos, infertilidad, retención placentaria, mortalidad neonatal o debilidad de la progenie; en hembras no gestantes puede presentarse de forma asintomática, pero en machos podría llegar a provocar epididimitis, orquitis, vasculitis seminal o abscesos testiculares; es una enfermedad zoonótica.

Rabia de origen silvestre: enfermedad viral y mortal; a pesar de que puede presentar un periodo de incubación hasta de seis meses, una vez aparecen los síntomas es letal; afecta principalmente el sistema nervioso del huésped. Se referencian dos tipos de rabia, una de origen silvestre y otra de origen urbana; es causada por un *Lyssavirus* de la familia *Rhabdoviridae*. Afecta principalmente animales de sangre caliente, tales como bovinos, equinos, porcinos, ovinos, caprinos y caninos.

Es la enfermedad zoonótica más importante del mundo; se caracteriza principalmente por presentar una encefalomielitis no supurativa y por signos neurológicos variables, predominan síntomas paralíticos, ataxia de extremidades superiores (incoordinación motora), vidriasis (dilatación permanente de la pupila), pelo erizado, somnolencia con depresión, lagrimeo, catarro nasal, temblor muscular, inquietud, hipersensibilidad en sitio de mordedura, salivación excesiva y espumosa y, finalmente, se presenta la muerte por apnea (detención de la respiración). Se trasmite por inoculación directa a través de la mordida de quirópteros (murciélagos hematófagos como *Desmodus rotundus*) o por contacto directo de la saliva infectada con una herida abierta o membrana mucosa.

Tuberculosis: enfermedad bacteriana, infectocontagiosa, de evolución crónica; es causada principalmente por el bacilo *Mycobacterium bovis*, y el bovino es su reservorio natural, pero otras micobacterias como el *M. tuberculosis* (humano) y el complejo *M. avium* (aviar) pueden infectar al caprino (ICA, 2021).

Es la principal enfermedad de animales domésticos en todo el mundo que afecta principalmente a mamíferos (OIE, 2020), se caracteriza por el desarrollo progresivo de lesiones llamadas granulomas o tubérculos en los pulmones y ganglios linfáticos; presenta signos como debilidad, pérdida de apetito, fiebre fluctuante, tos seca e intermitente, diarrea, ganglios linfáticos grandes y prominentes; un deterioro general de salud, por la afectación al aparato respiratorio y digestivo, y finalmente causa la muerte. Es una enfermedad zoonótica por consumo de vísceras o leche de animales infectados o por inhalación de aerosoles de los mismos, en los humanos también provoca afecciones pulmonares y digestivas.

En Colombia la presencia de la enfermedad se encuentra en menor proporción que la brucelosis, pero se encuentran focos diagnosticados anualmente; su vacunación no se encuentra reglamentada.

De igual manera, el ICA rutinariamente realiza diagnóstico en casos aislados de enfermedades de control oficial, las cuales son reportadas en la tabla 5:

Tabla 5. Reporte de enfermedades ovino/caprino, ICA-diagnóstico

Año	Enfermedad	Agente	Diagnóstico
1981	Aborto enzoótico	*Chamydia abortus*	Animales importados
2007	Lengua azul	Mosquitos del grupo culicoides	Animales importados de México
2007	Maedi visna	Lentivirus de los pequeños rumiantes	Animales importados de México
2007	Artritis encefalitis caprina (AEC)	Lentivirus de la familia *Retriviridae*	Examen de rutina (Agroexpo)
2015	Ectima contagiosa	Enfermedad de origen viral	Diagnóstico de rutina

Fuente: ICA (2018).



1.1.4.2. Enfermedades comunes en caprinos (no de control oficial)

Enfermedades parasitarias: no son consideradas de control oficial, pero son la principal afección que sufre el rebaño (ovino y caprino) nacional. Actualmente, los parásitos constituyen una importante amenaza en la producción de cabras, siendo su presencia especialmente frecuente en los animales en pastoreo, lo que supone una fuente de infección habitual para el ganado. La mayoría de parásitos son responsables de importantes mermas productivas, aunque muchas veces son difíciles de cuantificar. Los animales jóvenes suelen ser más susceptibles. La presencia de los distintos grupos de parásitos depende, en gran medida, del manejo de los animales y de las etapas del ciclo productivo. De esta forma, algunos parásitos digestivos constituyen la mayor amenaza para los cabritos en estabulación. Una vez en el pasto estarán expuestos a los mismos parásitos que el ganado adulto, pudiendo desarrollar problemas digestivos, respiratorios, reproductivos e incluso nerviosos, en función de los parásitos presentes (Mederos, 2020).

a) Parásitos más frecuentes en cabritos: en los animales jóvenes son habituales las infecciones por protozoos como *Cryptosporidium* (transmisible al hombre) y la *Eimeria* spp. En ambos casos, los cabritos se infectan al ingerir formas de resistencia de los parásitos (ooquistes esporulados) eliminadas con las heces de otros animales parasitados. Por ello, ciertas condiciones como el hacinamiento o la falta de higiene en los apriscos contribuyen notablemente a la propagación de estos parásitos. Se debe considerar que, mientras *Cryptosporidium* afecta principalmente a cabritos menores de 2 semanas, las infecciones por *Eimeria* se manifiestan fundamentalmente a partir de la tercera semana.

Ambos parásitos causan problemas digestivos caracterizados por la aparición de diarrea: amarillenta de consistencia pastosa o líquida en *Cryptosporidium* y de aspecto sanguinolento o mucoso en *Eimeria* spp. Además, los cabritos pueden presentar apatía, disminución del apetito y pérdida de peso. Si la carga parasitaria es alta y la deshidratación muy grave, pueden incluso causar la muerte del animal. La prevención de estas parasitosis se basa, fundamentalmente, en la aplicación de correctas prácticas de limpieza e higiene, evitando la acumulación de materia fecal en los apriscos (Suárez et al., 2007).

b) Parásitos más frecuentes en caprinos adultos: entre los parásitos que afectan con frecuencia al caprino en pastoreo destacan los helmintos: nematodos, cestodos y trematodos. Los animales se infectan al ingerir las fases infectantes que se encuentran libres en el medio o dentro de otros organismos que actúan como hospedadores intermediarios. La presencia de estos parásitos en los rebaños depende, por tanto, de la contaminación del ambiente con formas infectantes y de la presencia de condiciones que favorezcan su desarrollo y supervivencia, como las que ofrecen las zonas de clima húmedo y templado. De los nematodos causantes de problemas digestivos, destacan *Trichostrongylus*, *Teladorsagia* y *Haemonchus*. La ingestión de larvas que contaminan el pasto puede dar lugar a las llamadas «gastroenteritis parasitarias», caracterizadas por la aparición de distintos cuadros clínicos, en función del parásito implicado; así, *Haemonchus* causa diarreas sanguinolentas y anemia más o menos marcada. En lo que respecta a los cestodos, destaca el género *Moniezia*, de especial importancia en cabritos; estos se infectan al ingerir ciertos ácaros del pasto, en cuyo interior se encuentran los cisticercoides

del parásito, que darán lugar a cestodos adultos, de varios metros, localizados en el intestino. En cuanto a los trematodos, los más frecuentes son *Fasciola hepatica* y *Dicrocoelium dendriticum*, cuyas fases infectantes (metacercarias) se localizan en los pastos y en hormigas. Las fases adultas de estos parásitos se alojan en los conductos biliares y ejercen acciones patógenas hepáticas. La mayoría de estas parasitosis tiene un curso insidioso, produciendo pérdida de condición corporal con adelgazamiento progresivo en los animales. Las infecciones intensas y agudas por *F. hepatica* pueden amenazar la vida del animal y es común apreciar edemas submandibulares. Los problemas respiratorios debidos a helmintos en ganado caprino se vinculan con *Dictyocaulus filaria* y varias especies de protostrongílidos, causantes de las llamadas «bronconeumonías verminosas». Mientras que *D. filaria* posee un ciclo directo y se localiza en tráquea y bronquios, los protostrongílidos se encuentran en alvéolos y bronquiolos y necesitan la intervención de caracoles terrestres, donde se localizan las larvas infectantes para poder completar su ciclo. La dictiocaulosis es más frecuente en animales jóvenes y se caracteriza por la aparición de tos y abundante expectoración. Las protostrongilidosis, por su parte, suelen ser asintomáticas o puede aparecer tos seca y ronca, especialmente tras el esfuerzo. Además, favorecen la presencia de otras enfermedades, como neumonía por infecciones bacterianas secundarias.

Dado que en toda explotación caprina la reproducción es primordial, es importante señalar a *Toxoplasma gondii* como un agente parasitario frecuentemente responsable de problemas reproductivos, siendo una de las causas más importantes de muerte embrionaria y perinatal en el ganado caprino, especialmente cuando las hembras preñadas se infectan por primera vez al comienzo de la gestación. La infección se produce por ingestión de las fases infectantes (ooquistes esporulados), procedentes de las heces de gatos, que actúan como hospedadores definitivos (Suárez et al., 2007) .

- **Problemas podales en caprinos:** una buena locomoción es necesaria para un pastoreo efectivo y una eficiencia reproductiva en todo tipo de rebaños. Las patologías podales afectan directamente el bienestar del animal e indirectamente producen consecuencias económicas importantes debido a un menor desarrollo, infertilidad temporal de los cabros, pérdida de peso, menor producción láctea, menor producción de carne y leche, desvalorización del animal y una prematura eliminación del rebaño (Tadich y Hernández, 2000); la prevalencia de las cojeras varía mucho de un rebaño a otro por estar influenciadas por muchos factores tales como el clima, alimentación, edad e intensificación de las explotaciones, y manejos rutinarios, como encierro nocturno, confinamiento y despalmes periódicos (Tadich y Hernández, 2000).

- ***Foot rot*:** es una enfermedad infecciosa que ataca los pies de ovinos y caprinos de cualquier edad, sexo o raza, siendo más susceptibles aquellas de pezuña blanca. También se le denomina panadizo, pie podrido o cojera. Esta enfermedad se produce por la acción conjunta de dos bacterias que se ayudan mutuamente en la invasión de la pezuña y son estimuladas por las tecas de los animales. Una es el *Fusiformis nodosus*, microorganismo parásito estricto, es decir, no tiene capacidad para sobrevivir por más de 10 a 15 días fuera de los tejidos animales. En los periodos secos su resistencia es aún menor. El otro microorganismo es el *Fusiformis necroforus*, considerado como contaminante normal del suelo, por lo que no es posible su erradicación. La enfermedad se presenta cuando existen ambientes húmedos.

- **Listeriosis caprina:** la listeriosis es una enfermedad de transmisión alimentaria que se presenta por casos esporádicos o en brotes (Fundación Vasca para la Seguridad Alimentaria, 2006). Es causada por la bacteria *Listeria monocytogenes.* La enfermedad está presente en todo el mundo.

  En animales es más común en rumiantes (ovejas, cabras y bovinos), aunque ocasionalmente se han presentado casos en conejos, cobayos, perros, gatos, cerdos, aves de corral, canarios, loros y otras especies. Una amplia variedad de mamíferos domésticos y silvestres, aves, peces y crustáceos pueden ser portadores de la bacteria sin enfermarse.

  Las bacterias de la *Listeria* se encuentran en grandes cantidades en el medio ambiente en suelos, plantas, lodo y arroyos. Los bovinos, ovejas y cabras generalmente se enferman al consumir (oral) ensilaje de maíz contaminado (alimento que se cosecha mientras está verde y se fermenta parcialmente en silos o depósitos). El material ensilado de mala calidad con un pH elevado (bajo contenido ácido) se ha visto involucrado en la mayoría de los brotes debido a que la bacteria puede multiplicarse en este ambiente.

  Clásicamente, la listeriosis de los caprinos reconoce al menos cuatro formas de presentación clínica, con todas las reservas que una clasificación conlleva:

  - Encefálica o nerviosa
  - Abortigénica o reproductiva
  - Septicémica
  - Localizadas o específicas (ocular, mastitis)

La mayoría de los autores coincide en que la presentación más prevalente es la encefálica o nerviosa, aunque sin olvidar la reproductiva, la cual es un cuadro comparativo de una enfermedad de control oficial para la especie como lo es la artritis encefalitis caprina (AEC), enfermedad importante para la especie (Juste, 1989).



1.2. Contexto mundial

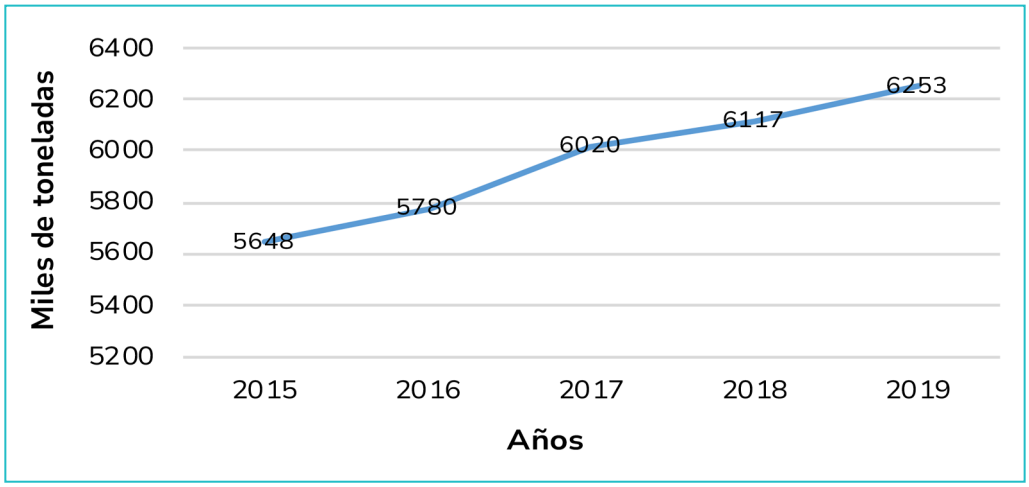
1.2.1. Producción mundial de caprinos

En 2019, la producción mundial de carne fue de 325 millones de toneladas (Mt), siendo esta una cifra más baja que la de los años anteriores debido al impacto de la peste porcina africana (PPA) en China. Según las perspectivas 2020-2029, a nivel mundial la producción de carne se prevé que disminuirá en un 0,5 % año tras año, pronóstico menos pesimista que el anticipado en años anteriores (OCDE-FAO, 2020). Por otro lado, se considera que Brasil, China, la Unión Europea y Estados Unidos producirán cerca del 60 % de la producción mundial de carne para 2029 (OCDE-FAO, 2020).

Al enfocarse en la población caprina mundial, según la FAO, alrededor del 96 % de la producción se encuentra en Asia, África y América Latina. Asia representa la mayor parte, con aproximadamente el 52 % del total (FAO, 2021).

En la figura 6 se muestra el aumento sostenido en la producción mundial de carne caprina en el periodo 2015-2019, con un crecimiento que oscila entre el 2,2 % y 9,7 % respecto a 2019, pasando de 5648 mt (miles de toneladas) en el año 2015 a 6253 mt en 2019. El año de mayor crecimiento en la producción mundial de carne de caprino fue 2017 con un aumento del 4,0 % con respecto al año inmediatamente anterior.

Figura 6. Producción mundial de carne caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

Los principales países productores de carne caprina en el periodo 2015-2019 fueron China, con un total de 11.404 mt, seguido de India, con 2667 mt y Pakistán, con 2077 mt. Estos tres países representan aproximadamente el 54,2 % de la producción mundial de carne caprina (tabla 6).

Tabla 6. Producción mundial por país de carne caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019

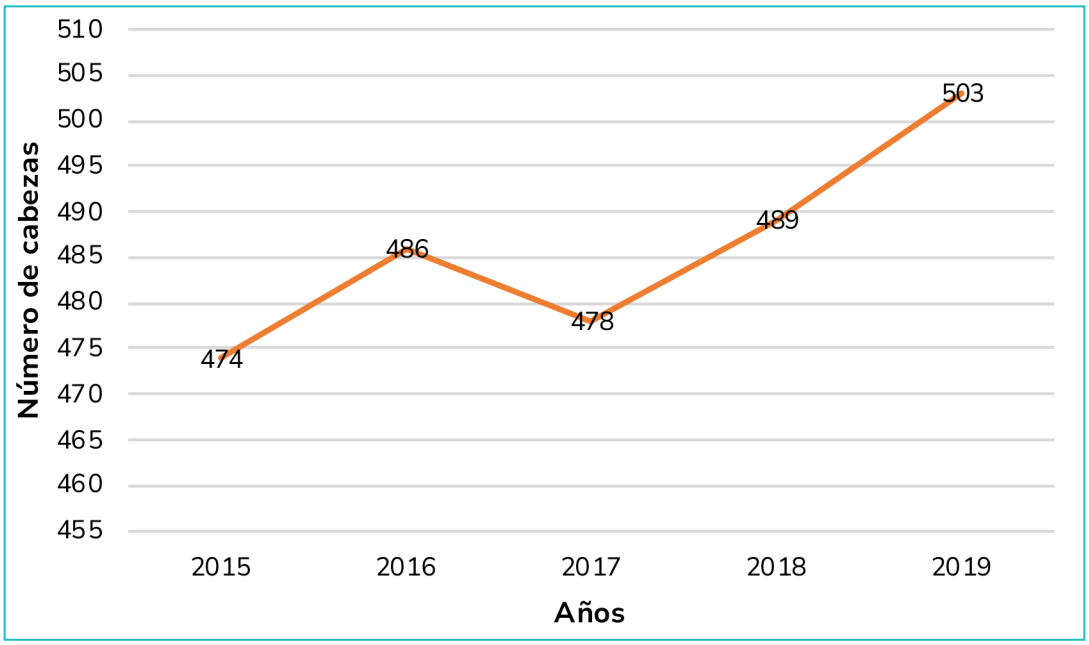
País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
China Continental	2156	2255	2308	2328	2357	11.404	38,2
India	521	526	530	537	553	2667	8,9
Pakistán	317	326	465	478	491	2077	7,0
Nigeria	251	257	263	271	267	1309	4,4
Bangladesh	208	208	221	222	226	1085	3,6
Myanmar	77	79	92	115	129	492	1,7
Chad	100	107	113	119	126	565	1,9
Sudán	116	117	118	119	120	590	2,0
Malí	84	92	98	105	111	490	1,6
Etiopía	85	86	87	94	96	448	1,5
Otros países	1733	1727	1725	1729	1777	8691	29,1
Total	5648	5780	6020	6117	6253	29.818	100

Fuente: Faostat (2021).

En relación con las cabezas de cabras sacrificadas, en la figura 7 se observa que en el periodo 2015-2019 se sacrificaron a nivel mundial un total de 2430 millones de cabezas de cabras, siendo 2019 el año con mayor crecimiento de sacrificios, con un aumento de 2,9 % con respecto al año inmediatamente anterior.



Figura 7. Animales en producción/sacrificados a nivel mundial para carne caprina en millones de cabezas, periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).



En la tabla 7 se muestra la cantidad de cabezas de cabras sacrificadas en un periodo de 5 años por países, en donde China, con un total de 765 millones de cabezas en el periodo 2015-2019, es el país con mayor cantidad de cabezas sacrificadas, representando el 31,5 % del total mundial; India, con un 11 % del total de cabezas sacrificadas, se posiciona en el segundo lugar; seguido de Pakistán, con un aproximado de 8,2 %. En total estos tres países representan el 50,7 % del total de cabezas sacrificadas de cabras a nivel mundial.

Tabla 7. Animales en producción/sacrificados a nivel mundial por país para carne de caprinos en millones de cabezas, periodo 2015-2019

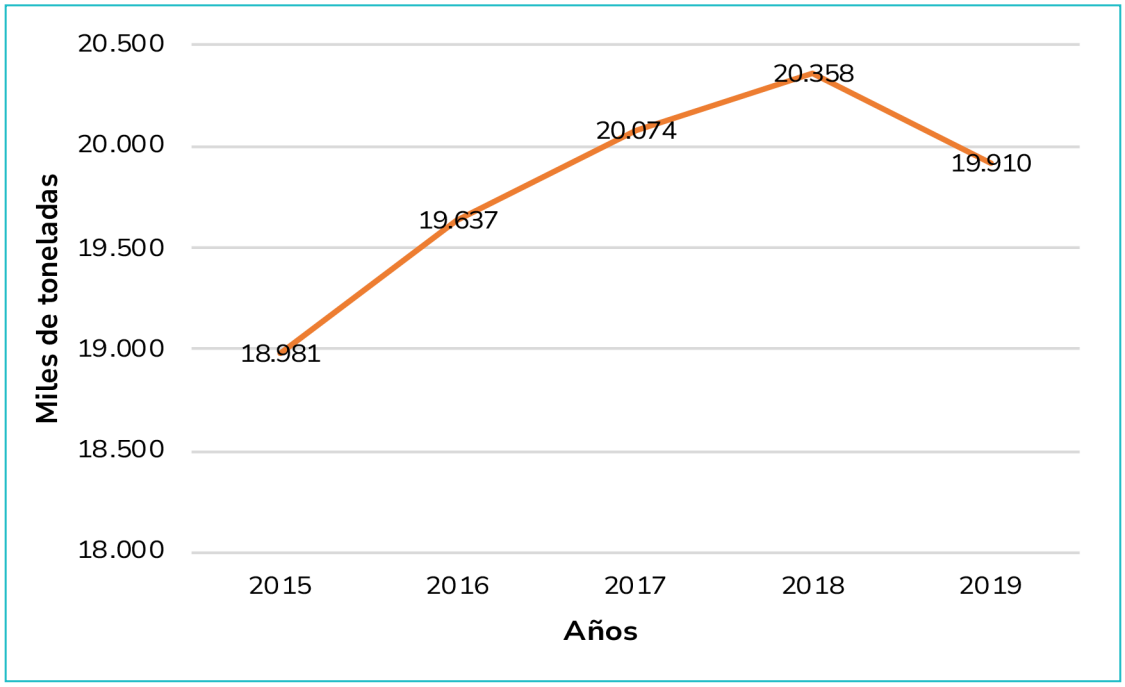
País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
China	156	163	147	148	151	765	31,5
India	52	53	53	54	55	267	11,0
Pakistán	38	38	40	41	42	199	8,2
Bangladesh	30	30	32	32	32	156	6,4
Nigeria	25	26	26	26	27	130	5,4
Sudán	13	13	13	13	13	65	2,7
Etiopía	10	10	10	11	11	52	2,1
Chad	8	9	9	10	10	46	1,9
Myanmar	5	6	6	7	8	32	1,3
Malí	6	7	7	7	8	35	1,4
Otros países	131	133	135	139	143	681	28,0
Total	474	488	478	488	500	2428	100

Fuente: Faostat (2021).

En cuanto a la producción mundial de leche, se espera que los lácteos experimenten el mayor crecimiento durante el próximo decenio, en respuesta a la fuerte demanda. Se prevé que la producción de leche aumentará 20 %, y que a India y Pakistán les corresponderá 60 % del crecimiento de la producción mundial (OCDE-FAO, 2020).

Según datos de Faostat, en el periodo 2015-2019 la producción de leche entera fresca caprina presentó un crecimiento entre el 3,5 % y 7,3 % respecto al año 2015, siendo el año 2018 el de mayor aumento con 20.358 mt y con una ligera reducción en 2019, reportando 19.910 mt (figura 8).

Figura 8. Producción mundial de leche entera fresca caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

Los principales productores de leche entera fresca de cabra son la India, Bangladesh y Sudán, como se observa en la tabla 8. Con un total de 28.795 mt, India representa el 29,1 % de la producción total de leche entera fresca en el periodo 2015-2019; seguido de Bangladesh, con 13.460 mt y Sudán, con 5714 mt. En total estos tres países representan el 48,5 % de la producción total mundial de leche entera fresca caprina.

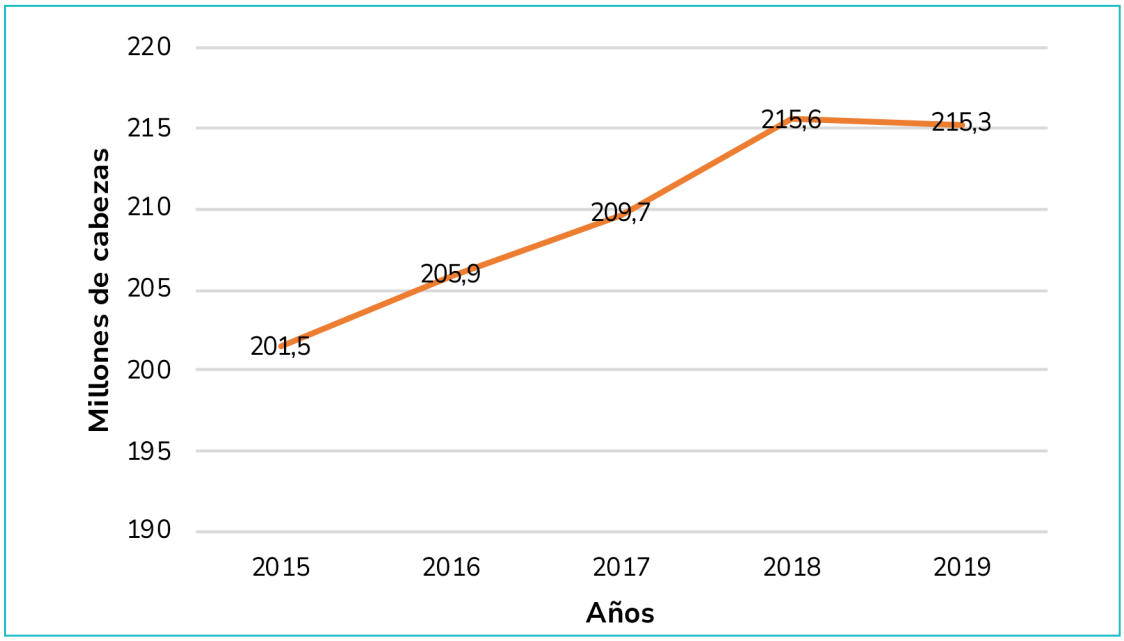
Tabla 8. Producción mundial por país de leche entera fresca caprina en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
India	5378	5752	6166	6099	5400	28.795	29,1
Bangladesh	2660	2670	2680	2700	2750	13.460	13,6
Sudán	1126	1136	1143	1151	1158	5714	5,8
Pakistán	845	867	891	915	940	4458	4,5
Francia	595	628	649	648	657	3177	3,2
Turquía	481	479	523	562	577	2622	2,6
España	480	489	524	516	536	2545	2,6
Sudán del Sur	464	467	468	460	460	2319	2,3
Níger	335	348	362	377	392	1814	1,8
Países Bajos	220	235	247	335	386	1423	1,4
Otros países	6396	6564	6422	6596	6655	32.633	33,0
Total	18.980	19.635	20.075	20.359	19.911	98.960	100

Fuente: Faostat (2021).

Por otra parte, el rendimiento promedio en toneladas por animal de leche entera fresca de cabra en el periodo 2015-2019 fue de 0,50 ton/animal, siendo el año con mayor rendimiento 2017, con 0,52 ton/animal y el de menor rendimiento, 2019, con 0,47 ton/animal (figura 9).

Figura 9. Rendimiento mundial de leche entera fresca de cabra en toneladas/animal (ton/animal)



Fuente: Faostat (2021).

Los tres principales países con mayor rendimiento en el periodo 2015-2019 fueron: Países Bajos, con un promedio de 0,72 ton/animal; seguido de Francia, con 0,68 ton/animal y Suiza, con 0,63 ton/animal. En la tabla 9 se observa que Países Bajos en el año 2019 tuvo el mayor rendimiento de leche entera fresca de cabra con 0,76 ton/animal; seguido por Francia, con 0,75 ton/animal en el año 2017 y Suiza mantuvo un rendimiento constante de 0,63 ton/animal en el periodo analizado.

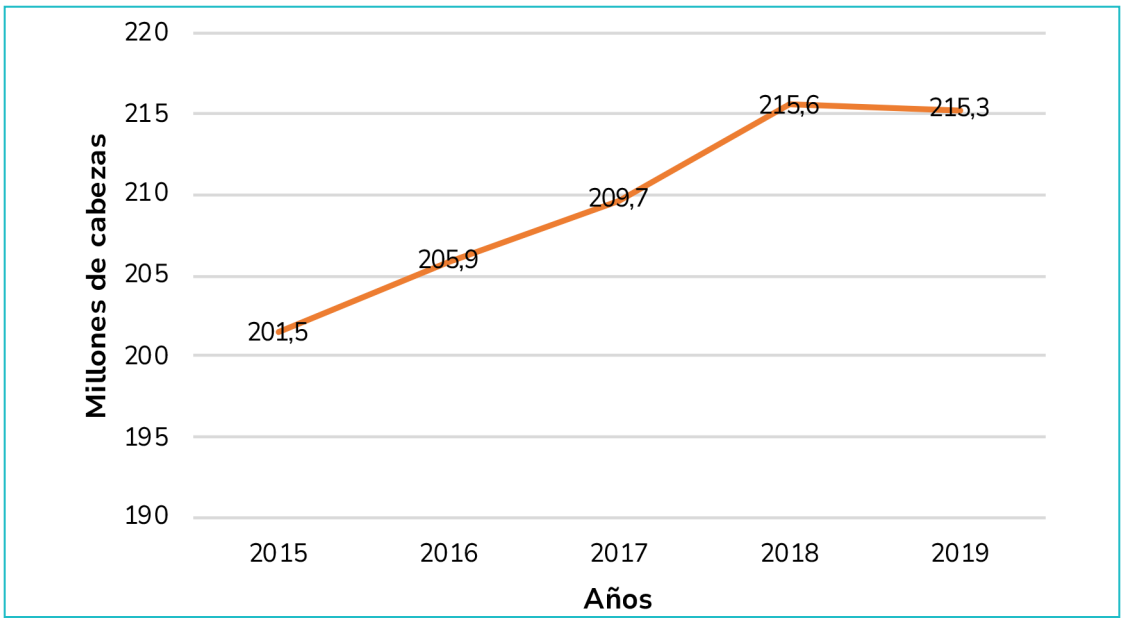
Tabla 9. Rendimiento mundial por país de leche entera fresca de cabra en toneladas/animal (ton/animal), periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Promedio periodo
Países Bajos	0,72	0,72	0,72	0,69	0,76	0,72
Suiza	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Francia	0,69	0,73	0,75	0,61	0,62	0,68
Noruega	0,65	0,63	0,64	0,64	0,51	0,61
Bielorrusia	0,48	0,52	0,51	0,49	0,48	0,5
Ucrania	0,52	0,5	0,5	0,5	0,47	0,5
Austria	0,65	0,66	0,66	0,43	0,44	0,57
Lituania	0,47	0,42	0,47	0,44	0,4	0,44
Cuba	0,22	0,31	0,35	0,34	0,37	0,32
Jamaica	0,38	0,37	0,36	0,35	0,36	0,36
Otros países	0,15	0,15	0,16	0,11	0,11	0,14
Promedio	0,51	0,51	0,52	0,48	0,47	0,51

Fuente: Faostat (2021).

Finalmente, en la figura 10 se muestra la cantidad de caprinos lecheros a nivel mundial en el periodo 2015-2019, con un total de 1048 millones de cabezas, y un crecimiento entre el 2,2 % y 7,0 % respecto al año 2015, pasando de 201,5 millones de cabezas en 2015 a 215,3 millones de cabezas en 2019.

Figura 10. Número de caprinos a nivel mundial para leche entera fresca por millones de cabezas, periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

Del análisis de la tabla 10 se deduce que el 47,4 % de la cantidad de ganado caprino lechero a nivel mundial se encuentra en los países de India, Bangladesh, Sudán y Malí, liderando India con el 16,5 % del total mundial y presentando en promedio en el periodo de estudio 34,5 millones de cabezas; Bangladesh con 13,9 % del total mundial, en promedio tuvo 29,2 millones de cabezas.

Tabla 10. Número de caprinos a nivel mundial por país para leche entera fresca de cabra por millones de cabezas, periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total, periodo	%	Promedio periodo
India	32,5	34,5	36,1	36,8	32,6	172,5	16,5	34,5
Bangladesh	28	28,1	29,6	29,9	30,4	146	13,9	29,2
Sudán	17,6	17,8	17,9	18	18,1	89,4	8,5	17,9
Malí	15,8	16,6	18,0	18,9	19,7	89	8,5	17,8
Indonesia	7,4	7	7,2	7,2	7,4	36,2	3,5	7,3
Pakistán	7,7	7,9	6,3	6,4	6,6	34,9	3,3	7
Sudán del Sur	6,9	6,9	7	6,9	6,9	34,6	3,3	6,9
Somalia	6,3	6,3	6,2	6,2	6,3	31,3	3	6,3
Níger	5,4	5,6	5,9	6,1	6,3	29,3	2,8	5,9
Turquía	4,6	4,6	5	5,3	5,5	25	2,4	5
Otros países	69,2	70,7	70,6	73,7	75,6	359,8	34,3	72
Total	201,4	206	209,8	215,4	215,4	1048	100	209,8

Fuente: Faostat (2021).

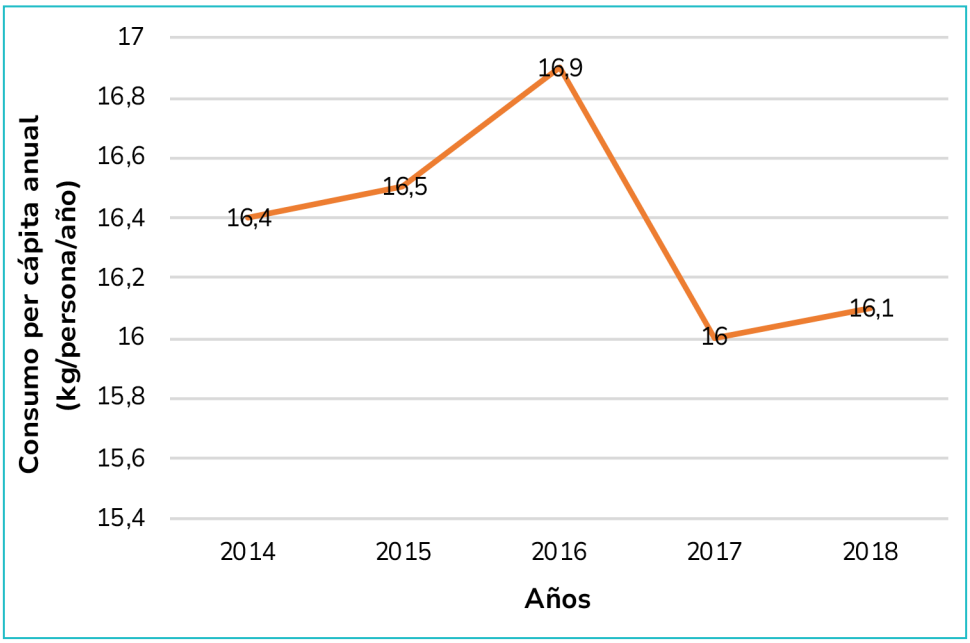
1.2.2. Dinámica de mercados global (exportaciones-importaciones)

1.2.2.1. Consumo mundial de carne caprina

Se prevé que el crecimiento del consumo de carne para 2029 se elevará 12 % en comparación con el año de 2020. Sin embargo, en el mediano plazo, las tasas de crecimiento se reducirán como respuesta a múltiples factores como lo es el crecimiento más lento de los ingresos en diversas regiones, el envejecimiento de la población, la estabilización de los niveles de consumo per cápita de carne en los países de ingresos altos debido a la saturación y las preferencias dietéticas de carnes de mayor calidad (OCDE-FAO, 2020).

Según la FAO, la cantidad anual promedio suministrada de carne ovina y caprina en el periodo 2014-2018 fue de 16,4 kg/persona, siendo el año 2016 el de mayor suministro promedio con 16,9 kg/persona y 2017 el año de menor suministro promedio con 16,0 kg/persona (figura 11).

Figura 11. Cantidad de suministro de alimentos (kg/persona/año) mundial de carne ovina y caprina, periodo 2014-2018



Fuente: Faostat (2021).

En la tabla 11 se observa que países como Mongolia, Turkmenistán e Islandia superan el promedio de suministro de carne ovina y caprina mundial en el periodo 2014-2018, con valores de 49,9 kg/persona, 24,2 kg/persona y 21,8 kg/persona, respectivamente. Mongolia se encuentra aproximadamente 3 veces por encima del promedio mundial de 16,4 kg/persona.

Tabla 11. Cantidad de suministro de alimentos (kg/persona/año) mundial por país, de carne ovina y caprina, periodo 2014-2018

País	2014	2015	2016	2017	2018	Promedio periodo
Mongolia	49,8	49,9	49,5	50,7	49,5	49,9
Turkmenistán	23,9	24,3	24,8	24	23,8	24,2
Islandia	21,6	21,7	21,9	22	22	21,8
Nueva Zelandia	16,9	16	21	12,6	14,1	16,1
Kuwait	13,5	13,4	13,3	12,9	12,8	13,2
Mauritania	12,8	12,8	12,6	12,7	12,6	12,7
Omán	12,7	12	11,9	11,7	11,5	11,9
Australia	9,7	10,6	10,5	8,8	9,2	9,8
Albania	8,6	9,1	9,1	9,1	10,9	9,4
Kazajistán	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Otros países	2	2	1,9	1,9	1,9	1,9
Promedio total	16,4	16,5	16,9	16	16,1	16,4

Fuente: Faostat (2021).

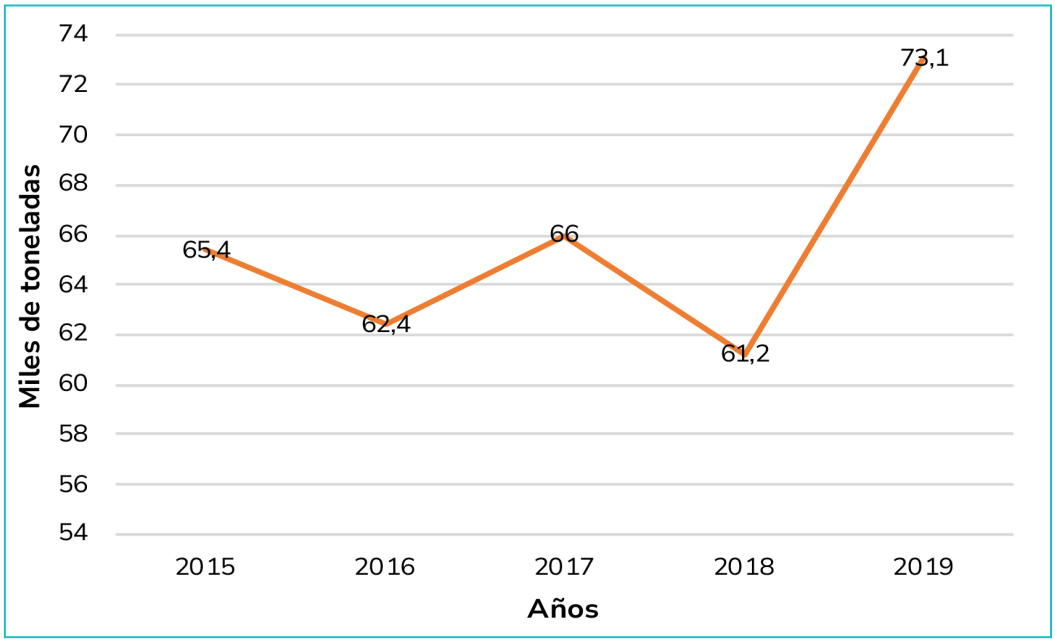
1.2.2.2. Comercio mundial de caprinos

Según las perspectivas agrícolas 2020-2029 se pronostica que el volumen de carne comercializado a nivel mundial (excepto animales vivos y productos procesados) será casi 12 % mayor en 2029 que en el año base 2020. Esto representa una desaceleración del crecimiento del comercio de carne a una tasa promedio anual de aproximadamente 0,6 %, en comparación con el 3 % durante el decenio anterior. Sin embargo, se espera que la proporción de la producción total de carne comercializada aumente ligeramente con el tiempo, en particular al inicio del periodo de proyección (OCDE-FAO, 2020).

Las exportaciones de carne están concentradas y se prevé que la participación conjunta de los tres principales exportadores de carne (Brasil, la Unión Europea y Estados Unidos) equivaldrá al 60 % de las exportaciones mundiales para 2029 (OCDE-FAO, 2020).

En la figura 12 se muestra el histórico mundial de las cantidades exportadas de carne de caprino desde 2015 hasta el 2019; con un total de exportación de 328,1 mt en el periodo de estudio y un aumento de aproximadamente 11,8 %, pasando de 65,4 mt en 2015 a 73,1 mt en 2019.

Figura 12. Exportaciones mundiales de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

De la tabla 12 se deduce que Australia y Etiopía son los países con mayor participación en las exportaciones mundiales en el periodo 2015-2019, representando el 66,4 % de la cantidad exportada en este periodo. Australia, con un total de 129,5 mt, aportó del 2015 al 2019 el 39,5 % de la cantidad exportada de carne de caprino; le sigue Etiopía, con un total de 88,2 mt que representan el 26,9 % de la participación mundial; Kenia se encuentra en el tercer lugar con un total de 25,6 mt que corresponden a aproximadamente 7,8 % del total.

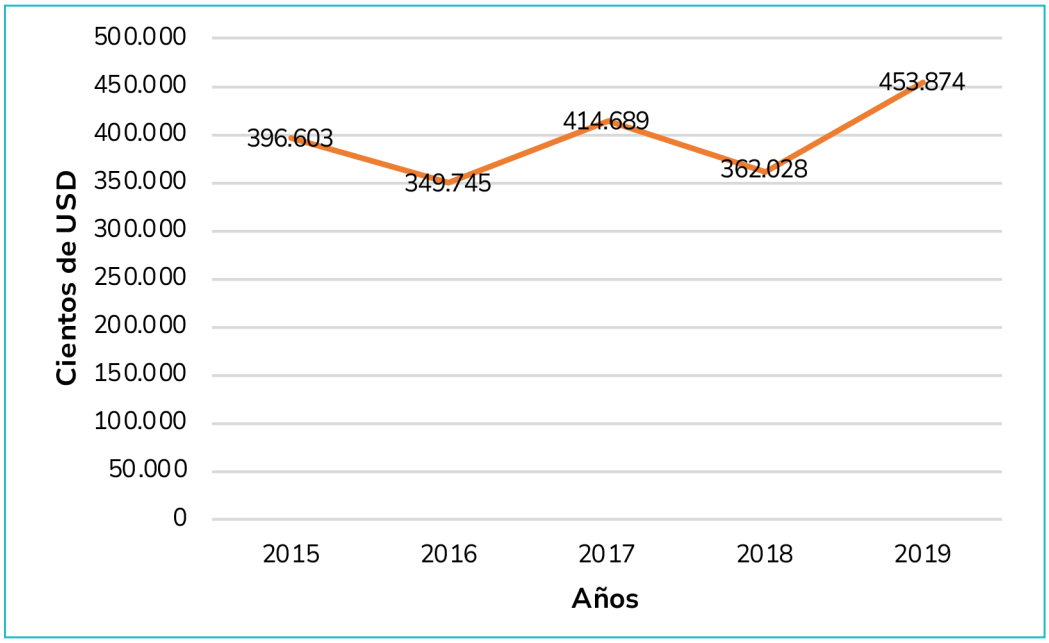
Tabla 12. Exportaciones mundiales por país de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
Australia	32,1	27,2	28,2	21,1	20,9	129,5	39,5
Etiopía	16,4	15,8	15,2	15,2	25,6	88,2	26,9
Kenia	1,9	3,1	5,4	6	9,2	25,6	7,8
España	1,8	2,3	2,4	2,9	3,3	12,7	3,9
Francia	2,3	2,5	2,6	2,5	2,4	12,3	3,7
China	1,9	2,5	3,5	1,9	0,9	10,7	3,3
Pakistán	3,2	2,7	0,8	1,4	1,2	9,3	2,8
Nueva Zelandia	0,9	1	0,9	1,2	1,6	5,6	1,7
República Unida de Tanzania	0,8	1,2	1,4	1	0,1	4,5	1,4
Somalia	0,9	0,7	0,9	0,6	0	3,1	0,9
Otros países	3,2	3,5	4,7	7,3	7,9	26,6	8,1
Total	65,4	62,5	66	61,1	73,1	328,1	100

Fuente: Faostat (2021).

Del valor en cientos de USD de las exportaciones mundiales de carne de caprino en el periodo 2015-2019 se puede observar, en la figura 13, que el año 2019 fue el de mayor valor de exportaciones mundiales con 453.874 cientos USD.

Figura 13. Exportaciones mundiales de carne de caprino en cientos USD, periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

Del análisis de la tabla 13 se determina que Australia y Etiopía tienen una participación del 67,4 % del total mundial de exportaciones en el periodo 2015-2019. Le sigue Kenia con 7 % y China con una participación del 5,4 %. En general, el total de las exportaciones en el periodo analizado presentaron fluctuaciones, disminuyéndose en los años 2016 y 2018 a 349.745 USD y 362.028 USD, respectivamente.

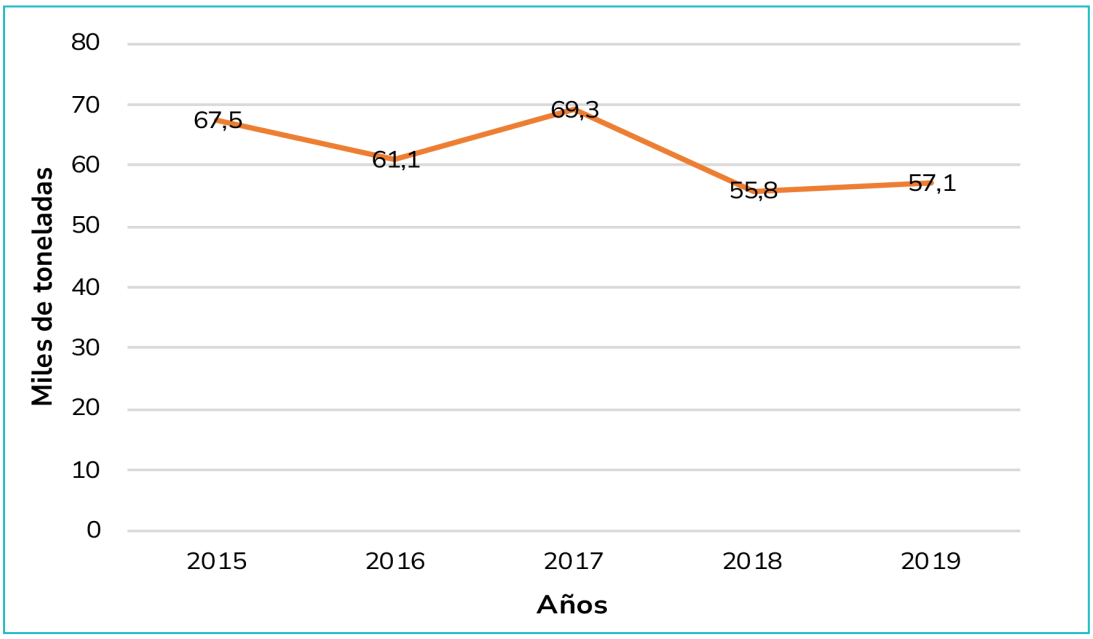
Tabla 13. Exportaciones mundiales por país de carne de caprino en cientos USD, periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
Australia	183.129	149.554	197.228	136.296	164.065	830.272	42
Etiopía	97.394	86.602	86.912	86.645	144.571	502.124	25,4
Kenia	9483	16.582	29.011	32.920	50.014	138.010	7
China	18.734	24.029	31.794	20.755	10.649	105.961	5,4
Francia	19.222	18.822	19.280	20.445	19.456	97.225	4,9
Otros países	17.249	14.285	17.526	25.047	21.504	95.611	4,8
Pakistán	20.906	17.528	5587	8379	8.042	60.442	3,1
España	9805	9942	10.583	13.047	14.078	57.455	2,9
Nueva Zelandia	4684	5679	6029	7332	10.683	34.407	1,7
Grecia	3519	4584	5390	7867	8557	29.917	1,5
Sudán	12.478	2138	5349	3295	2255	25.515	1,3
Total	396.603	349.745	414.689	362.028	453.874	1.976.939	100,0

Fuente: Faostat (2021).

Por otro lado, en cuanto a las cantidades importadas a nivel mundial en el periodo 2015-2019, se puede observar en la figura 14 que estas han estado entre 55,8 mt y 69,3 mt. En promedio, las cantidades importadas de carne de caprino a nivel mundial se situaron en 62,2 mt, con cantidades máximas en los años 2015 y 2017 de 67,5 mt y 69,32 mt, respectivamente.

Figura 14. Importaciones mundiales de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

En la tabla 14 se muestran los principales países que importan carne de caprino a nivel mundial. Estados Unidos encabeza la lista con un total de 89,5 mt en el periodo 2015-2019; le sigue Emiratos Árabes Unidos con 78,9 mt y Arabia Saudita con 16,8 mt. Estos tres países representan el 59,5 % de las importaciones mundiales.

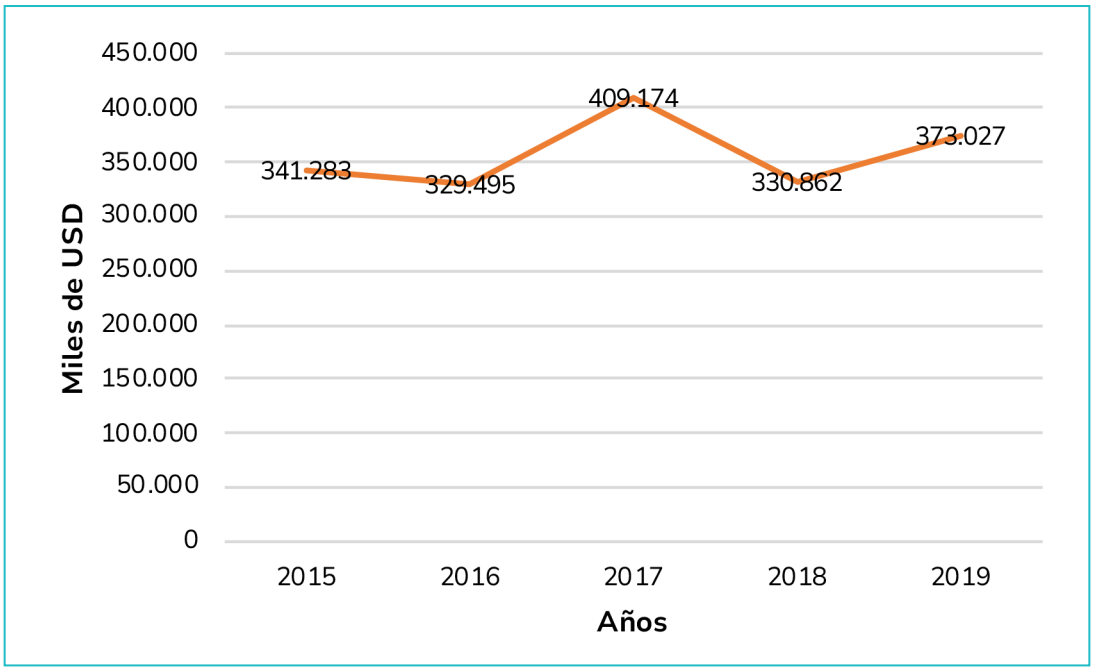
Tabla 14. Importaciones mundiales por país de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
Estados Unidos	17,8	17,7	21	15,1	17,9	89,5	28,7
Emiratos Árabes Unidos	15,1	14,8	15,8	16,5	16,7	78,9	25,3
Arabia Saudita	5,6	3,5	3	2	2,7	16,8	5,4
China	3,8	3	3,6	2,5	2,4	15,3	4,9
Omán	2,9	3,4	3,5	3,2	2	15	4,8
Portugal	1,7	1,3	1,6	1,7	1,8	8,1	2,6
Francia	0,9	0,9	1,1	1	1,4	5,3	1,7
Italia	1,1	1,2	1,1	1,1	1,3	5,8	1,9
República de Corea	1,6	1,6	1,8	1,5	1,3	7,8	2,5
Canadá	1,9	1,4	2,9	1	1,2	8,4	2,7
Otros países	15,3	12,3	14,2	10,2	8,6	60,6	19,5
Total	67,7	61,1	69,6	55,8	57,3	311,5	100

Fuente: Faostat (2021).

Las variaciones en los valores de las importaciones en miles USD de los años 2015 a 2019 se pueden observar en la figura 15, en donde se destaca el año 2017 con un máximo de 409.174 miles USD, seguido del año 2018 con un mínimo de 330.862 miles USD.

Figura 15. Importaciones mundiales de carne caprina en miles USD, periodo 2015-2019



Fuente: Faostat (2021).

Finalmente, los países con mayores valores de importaciones de carne caprina entre el 2015-2019 fueron Estados Unidos, seguido de Emiratos Árabes Unidos y Arabia Saudita, con un total de 1.110.222 miles USD (62,2 %). A nivel mundial, el año que mayor valor en las importaciones presentó fue 2017, con 409.174 miles USD (tabla 15).

Tabla 15. Importaciones mundiales por país de carne caprina en miles USD, periodo 2015-2019

País	2015	2016	2017	2018	2019	Total periodo	%
Estados Unidos	95.327	107.040	147.471	99.588	138.656	588.082	33,
Emiratos Árabes Unidos	80.855	78.726	87.272	94.736	96.122	437.711	24,5
Arabia Saudita	25.819	16.337	15.818	11.010	15.445	84.429	4,7
Taiwán	12.662	11.688	15.925	11.474	12.429	64.178	3,6
Portugal	10.167	7522	9426	10.727	11.751	49.593	2,8
Omán	14.907	15.628	16.468	12.960	10.472	70.435	3,9
República de Corea	8063	9421	12.501	10.327	9381	49.693	2,8
Italia	9143	9906	8660	8868	9085	45.662	2,6
China-Hong Kong	7616	14.563	16.687	12.553	6362	57.781	3,2
Qatar	15.902	11.767	14.221	9428	4437	55.755	3,1
Otros países	60.822	46.897	64.725	49.191	58.887	280.522	15,7
Total	341.283	329.495	409.174	330.862	373.027	1.783.841	100

Fuente: Faostat (2021).

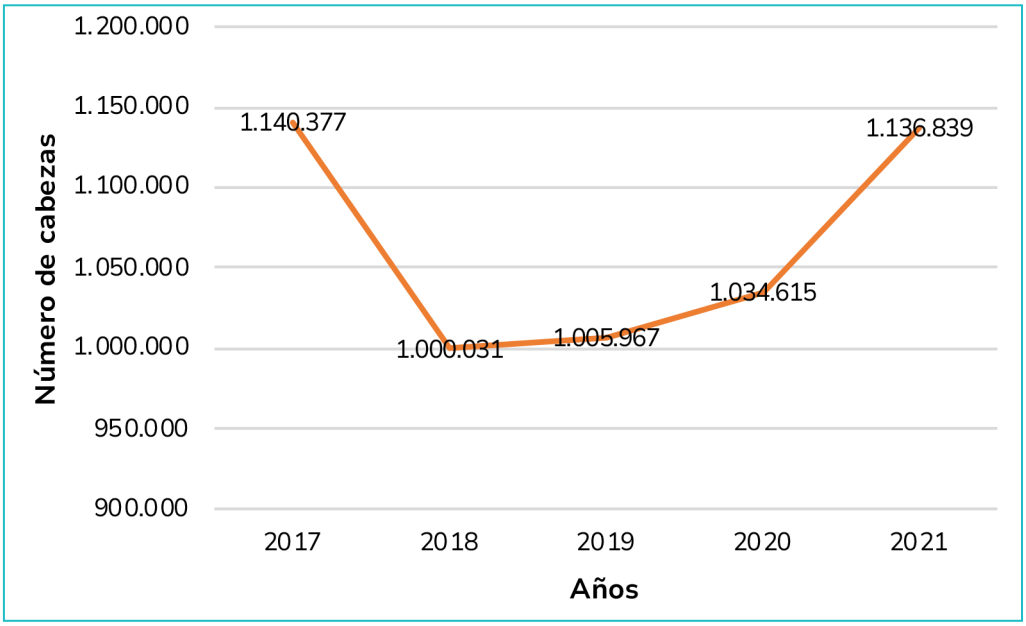


1.3. Contexto nacional

En los últimos años en Colombia la ganadería caprina, que proviene principalmente de una tradición cultural y gastronómica en el país, ha tomado una gran fuerza, proyectándose como una opción de agro-negocio en diferentes regiones (IGA, 2021).

De acuerdo con el ICA (2021), 2017 fue el año con mayor cantidad de caprinos en el periodo 2017-2021, con un inventario de 1.140.377 individuos, cifra que presentó una disminución, pasando a 1.000.031 individuos en 2018. En promedio, del 2017 al 2021 en el país se registraron 1.063.566 individuos de caprinos, con leves disminuciones en la cantidad de cabras en 2018, de 12,3 % con respecto al año inmediatamente anterior (figura 16).

Figura 16. Inventario de caprinos en Colombia, periodo 2017-2021



Fuente: ICA (2021).

A nivel de región, en la tabla 16 se relaciona el inventario de caprinos en el periodo 2017-2021, siendo la región Caribe la que lidera, con 87,4 % del inventario total acumulado del periodo analizado; le sigue la región Andina con el 11 % y la región Orinoquía con el 0,8 %.

Tabla 16. Inventario de caprinos por región en Colombia, periodo 2017-2021

Región	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Región Caribe	985.991	875.296	876.218	907.325	1.000.742	4.645.572
Región Andina	138.794	106.432	111.164	110.447	118.696	585.533
Región Orinoquía	7186	8481	9039	9047	9621	43.374
Región Pacífica	4770	5444	6012	5825	5967	28.018
Región Amazonía	3636	4378	3534	1864	1706	15.118

Fuente: ICA (2021).

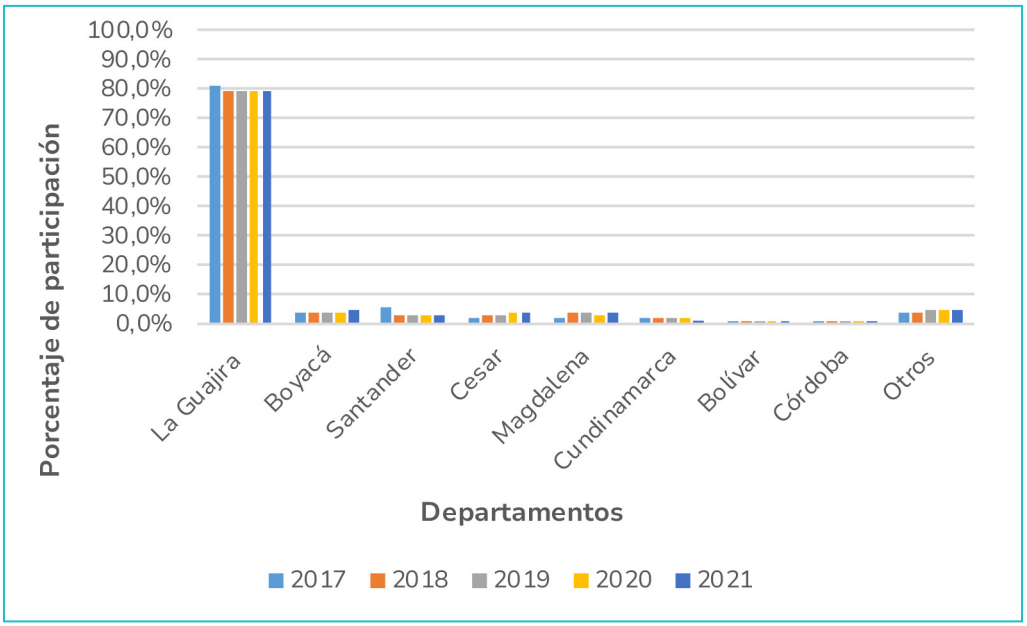
En la tabla 17 se aprecia el comportamiento de la población caprina en el país, siendo el departamento de La Guajira el que mayores inventarios reporta en el periodo 2017-2021, con un total de 4.224.561 individuos, seguido del departamento de Boyacá con 210.915 individuos y Santander con 182.511 individuos para el periodo reportado. No obstante, se puede apreciar una gran participación del departamento de La Guajira, aportando el 79,4 % del inventario nacional; los departamentos de Boyacá, Santander, Cesar y Magdalena reportan entre el 4,0 % y 3,1 % del total nacional (figura 17).

Tabla 17. Inventario de caprinos por departamento en Colombia, periodo 2017-2021

Departamento	2017	2018	2019	2020	2021	Total
La Guajira	921.852	792.490	793.216	821.200	895.803	4.224.561
Boyacá	40.957	38.737	39.497	40.059	51.665	210.915
Santander	62.193	29.492	31.371	29.716	29.739	182.511
Cesar	24.994	31.826	31.832	36.089	41.494	166.235
Magdalena	18.701	35.698	34.712	34.069	39.041	162.221
Cundinamarca	18.534	18.877	19.496	19.273	13.378	89.558
Bolívar	3941	3941	6274	6176	8217	28.549
Córdoba	8986	6217	3784	3182	6290	28.459
Otros	40.219	42.753	45.785	44.851	51.212	224.820

Fuente: ICA (2021).

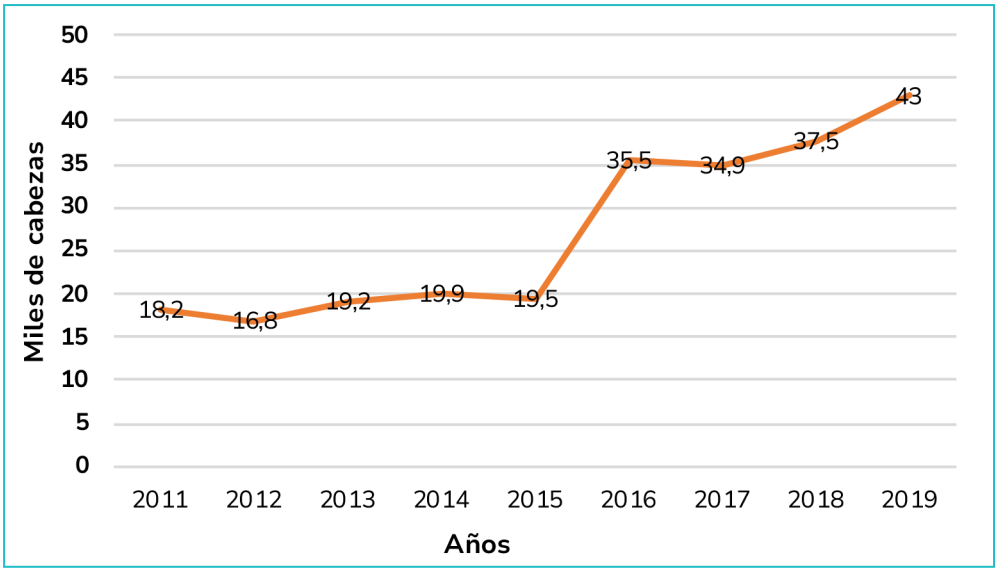
Figura 17. Participación por departamentos en Colombia en la cantidad de caprinos, periodo 2017-2021



Fuente: ICA (2021).

En la figura 18 se muestra el histórico de sacrificios de cabras en el periodo 2011-2019. Con un total de 244,5 miles de cabezas sacrificadas, con fluctuaciones entre el 2,0 % y 14,1 % entre los años 2011 y 2015 respecto al año inmediatamente anterior; se destaca un ascenso del 82 % entre el año 2015 y 2016, pasando de 19,5 a 35,5 miles de cabezas. Respecto a los años 2017 a 2019, se reportan fluctuaciones entre el 1,7 % y 14,5 %, siendo positivas en 2018 y 2019.

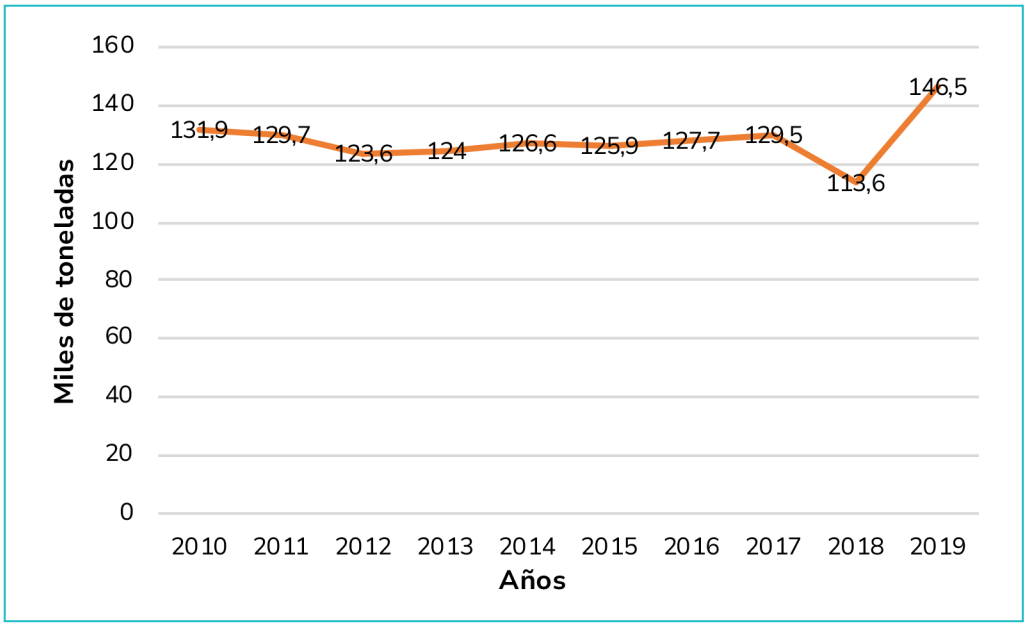
Figura 18. Histórico del sacrificio de ganado caprino en miles de cabezas, periodo 2011-2019



Fuente: DANE (2020).

En relación con la producción de carne de cabra del 2011 al 2019, se produjeron en promedio 8,2 mt, con dos caídas en la producción en los años 2012 y 2018, de 5 % y 12 % con respecto al año inmediatamente anterior (figura 19).

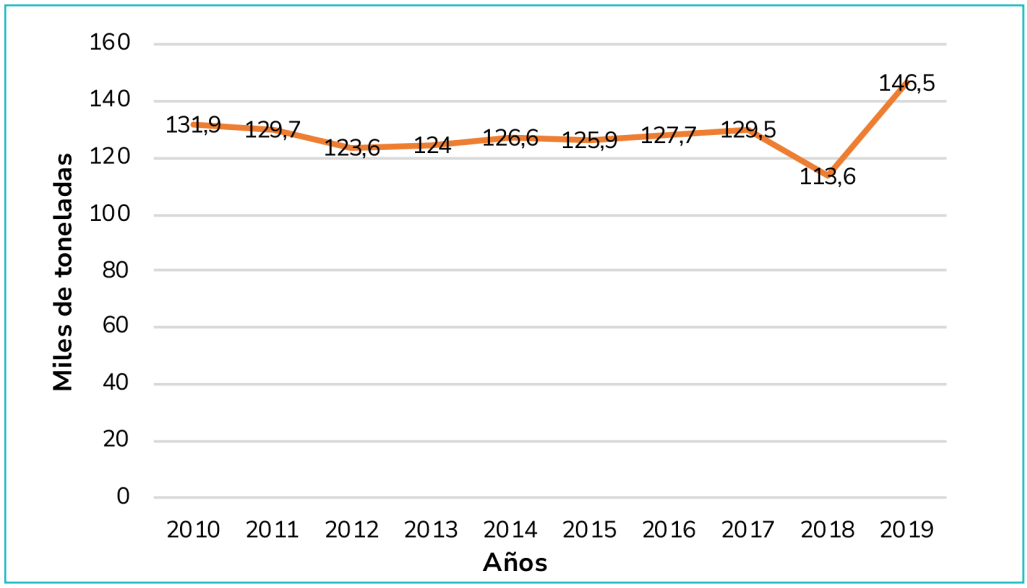
Figura 19. Producción nacional de carne de caprino en miles de toneladas (mt), periodo 2011-2019



Fuente: MADR (2020).

Por otro lado, la producción total de leche de caprinos en el periodo 2010-2019 fue de 1279 mt, con producciones entre 113,6 mt y 146,5 mt, reportándose el año 2018 como el de menor producción y 2019 el de mayor producción (figura 20).

Figura 20. Producción nacional de leche de caprinos en miles de toneladas (mt), periodo 2010-2019

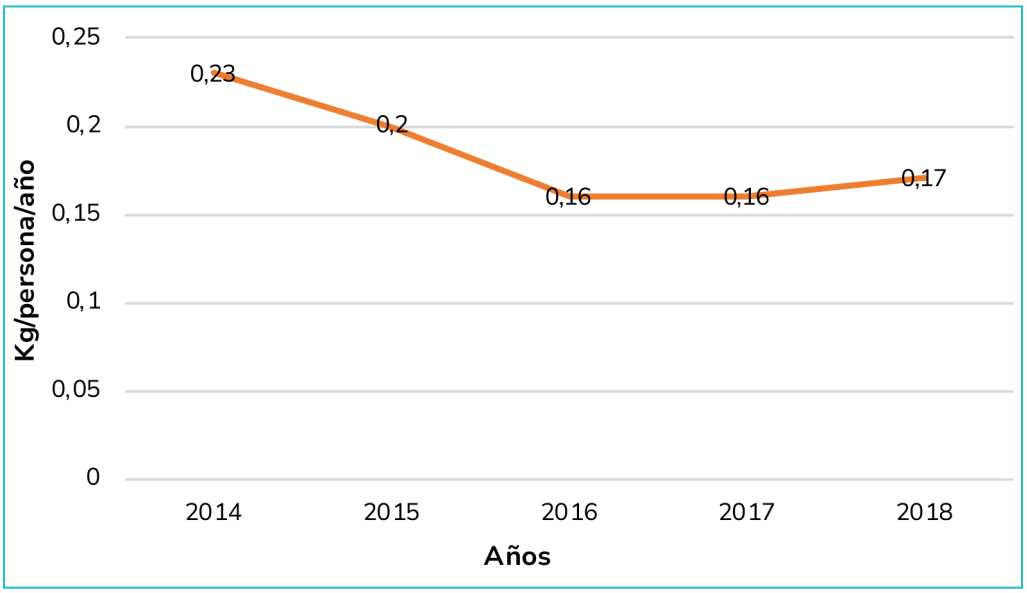


Fuente: MADR (2020).

1.3.1. Consumo nacional (carne-leche)

Según la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas, para el año 2019 se estimaba un consumo aparente de 0,5 kg de cordero y cabrito per cápita anual. Según la FAO, en el periodo 2014-2018 la cantidad total de carne ovina y caprina suministrada en el país fue de 0,92 kg/persona, pasando de 0,23 kg/persona en 2014 a 0,17 kg/persona en 2018. Del 2014 al 2016 se presentó un decrecimiento de aproximadamente 30 % en el suministro de carne ovina y caprina, volviendo a aumentar del 2016 al 2018 en aproximadamente 6 %, como se muestra en la figura 21.

Figura 21. Cantidad de suministro de carne ovina y caprina (kg/persona/año), periodo 2014-2018



Fuente: Faostat (2021).

1.3.2. Comercio internacional de productos caprinos (exportaciones-importaciones)

Según los principales capítulos del arancel y principales partidas arancelarias para los animales vivos de las especies ovina o caprina, para el periodo 2017-2020 no se reporta valor ni cantidad para las exportaciones. En cuanto a las importaciones, no se encontró información para el periodo en estudio (TradeMap, 2020).

1.4. Marco político

Respecto a los lineamientos de política pública relacionados con ganadería caprina en Colombia, se presentan en la tabla 18 algunos de los más relevantes para el sector.

Tabla 18. Marco político para la zonificación de aptitud para la producción caprina

Marco de política	Lineamientos relacionados
OIE 2020	La Comisión Científica para las Enfermedades Animales examinó la información brindada por el delegado de Colombia y de acuerdo con la Resolución 15 de la 83ª Sesión General titulada «Procedimientos para los países miembros para el reconocimiento y mantenimiento oficial del estatus sanitario de ciertas enfermedades animales o del estatus de riesgo de la encefalopatía espongiforme bovina y la validación de programas nacionales oficiales de control», la Comisión Científica concluyó que la zona de Colombia cumple con los requisitos del Articulo 8.8.7. del Código Terrestre para la restitución del estatus de una «zona libre de fiebre aftosa con vacunación» (en los términos de la Resolución 22 de la Asamblea Mundial de los delegados de la OIE de mayo de 2017) con efecto a partir del 5 de febrero de 2020.
Acuerdo nacional de competitividad cadena productiva ovino-caprina nacional 2012	Describe cada uno de los imperativos estratégicos en conjunto con sus estrategias, acciones, metas y responsables requeridos por la cadena.
CONPES 3676 de 2010. Consolidación de la política sanitaria y de inocuidad para las cadenas láctea y cárnica	Presenta una consolidación de las políticas sanitarias y de inocuidad que van dirigidas a solucionar problemas relacionados con: a) el estatus sanitario de la producción primaria, b) los programas preventivos para la inocuidad, c) las condiciones sanitarias de los establecimientos de procesamiento de carne y sus derivados, d) los planes subsectoriales (PSS) de vigilancia y control de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes químicos y de patógenos, e) la capacidad de gestión del riesgo de las autoridades nacionales y territoriales y f) el acceso sanitario a mercados priorizados; que una vez superados le permitirán al país mantener y mejorar las condiciones sanitarias de la carne, la leche y sus productos, obteniendo así admisibilidad real de la producción nacional en los mercados de interés, fortalecimiento de la salud pública y mejoramiento de la competitividad de las cadenas.

Fuente: Elaboración propia.

1.5. Marco normativo

Describe la evolución de las leyes, decretos, resoluciones y demás, concernientes a la jurisprudencia, que enmarcan los lineamientos y aspectos relacionados con la normatividad colombiana y de las políticas públicas asociadas con la cadena caprina.

La tabla 19 muestra el normograma para el sector caprino, que se identifica pertinente para la zonificación de aptitud a escala 1:100.000 en Colombia.

Tabla 19. Normograma para la zonificación de aptitud para la producción caprina

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Normatividad Fondo Nacional del Ganado/ Constitucionales	Constitución Política de Colombia, 1991, Artículo 338	En tiempo de paz, solamente el Congreso, las asambleas departamentales y los concejos distritales y municipales podrán imponer contribuciones fiscales o parafiscales.
	Constitución Política de Colombia, 1991, Artículo 150, numeral 12	Establece contribuciones fiscales y, excepcionalmente, contribuciones parafiscales según la ley.
Normatividad Fondo Nacional del Ganado/ Legales, parafiscalidad de fomento	Congreso de Colombia Ley 395 de1997	Declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la erradicación de la fiebre aftosa en todo el territorio colombiano.
	Congreso de Colombia Ley 89 de 1993	Establece la cuota de fomento ganadero y lechero y se crea el Fondo Nacional del Ganado (FNG).
	Ley 101 de 1993	Contribuciones parafiscales agropecuarias y pesqueras.
Normatividad Fondo Nacional del Ganado/ Reglamentarias, parafiscalidad de fomento	Decreto 2255 de 2007	Modifica el Decreto 696 de 1994 que reglamenta la Ley 89 de 1993.
	Decreto 3044 de 1997	Reglamenta la Ley 395 de 1997.
	Decreto 2025 de 1996	Reglamenta parcialmente el Capítulo V de la Ley 101 de 1993 y las Leyes 67 de 1983, 40 de 1990, 89 de 1993 y 114, 117, 118 y 138 de 1994.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Normatividad Fondo de Estabilización de Precios Legales/ parafiscalidad de estabilización	Ley 101 de 1993, Capítulo VI y Decreto 1187 de 1999	Fondos de estabilización de precios de productos agropecuarios y pesqueros y estabilización para el fomento de la exportación de carne, leche y sus derivados.
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Decreto 2113 del 15 de diciembre de 2017	Bienestar animal para las especies de producción en el sector agropecuario.
	Resolución 000136 de 2020	Por la cual se adopta el manual de condiciones de animal propias de cada una de las especies de producción para el sector agropecuario para las especies equina, porcina, ovina y caprina.
Sanitario -Fiebre aftosa	Resolución ICA 36046 de 2018	Levanta la zona de contención de fiebre aftosa establecida en la Resolución ICA 11595 de 2017 y se dictan otras disposiciones.
	Resolución ICA 34348 de 2018	Establece el periodo y las condiciones para el segundo ciclo de vacunación contra fiebre aftosa y brucelosis bovina para el año 2018 en el territorio nacional.
	Resolución ICA 33682 de 2018	Declara el estado de emergencia sanitaria en el territorio nacional por la presentación de un foco de la enfermedad de fiebre aftosa.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resoluciones ICA 7748 de 2017 y 34689 de 2018	Establecen la cuarentena por presencia de fiebre aftosa en el municipio de Tame, Arauca y en el municipio de Valledupar, departamento del Cesar.
	Resolución ICA 2759 de 2015	Modifica la Resolución 1729 de 2004.
	Resolución ICA 3640 de 2013	Actualizan los requisitos sanitarios para la movilización de animales susceptibles a fiebre aftosa, sus productos y subproductos hacia zonas libres sin vacunación y hacia la zona de vigilancia de la zona libre sin vacunación del noroccidente del departamento del Chocó, en Colombia.
	Resolución ICA 4693 del 2012	Reglamenta lo dispuesto en el artículo segundo de la Resolución 381 de 2012 del MADR y establece una estrategia de alta vigilancia respecto a la frontera con Ecuador, en los departamentos de Nariño y Putumayo.
	Resolución ICA 3333 del 2010	Establece una zona de alta vigilancia (ZAV) en Boyacá, Arauca y Vichada.
	Resolución ICA 2933 de 2009	Establece una zona de contención.
	Resolución ICA 2319 del 2009	Establece procedimientos para registro y verificación de la calidad de la vacuna.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resolución ICA 1729 de 2004 y 000007 de 2009	Establecen los requisitos sanitarios para la movilización de animales susceptibles a fiebre aftosa, sus productos y los subproductos de estos y establecen medidas sanitarias especiales para el control de la movilización en la zona de alta vigilancia (ZAV) de Boyacá, Arauca y Vichada.
	Resolución ICA 2141 del 2009	Establece la condición sanitaria en las diferentes zonas del país.
	Resolución ICA 2845 de 2007	Dicta disposiciones para la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura vigentes (BPMv) de los laboratorios productores de biológicos veterinarios.
	Resolución ICA 1300 de 2005	Modifica el numeral 7 del Artículo 11 de la Resolución 001729 de agosto 20 de 2004, para la movilización de animales susceptibles a fiebre aftosa, sus productos y los subproductos de estos.
	Resolución MADR 47 de 2005	Reglamenta los criterios para la imposición de sanciones y multas a quienes violen las disposiciones para la erradicación de la fiebre aftosa.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resoluciones ICA 1166 de 2005 y 749 de 2003	Establecen las actividades de manipulación del virus de fiebre aftosa con fines de diagnóstico y de control de calidad de la vacuna y se dictan otras disposiciones relacionadas con el Reglamento Técnico de Seguridad Biológica para los laboratorios productores de la vacuna antiaftosa y para la manipulación del virus de fiebre aftosa.
	Resolución ICA 200 de 2003	Establece medidas sanitarias para la prevención de la fiebre aftosa en la región libre con vacunación de Colombia.
	Resolución ICA 2904 de 2001	Establece medidas sanitarias para el ingreso de animales y sus productos al área libre de fiebre aftosa sin vacunación, del Archipiélago de San Andrés y Providencia.
	Resolución ICA 01779 de 2001	Reglamenta el Decreto 3044 de 1997.
	Decreto Presidencial MADR 3044 de 1997	Reglamenta la Ley 395 de 1997.
	Resolución ICA 3295 de 1997	Declara el Archipiélago de San Andrés y Providencia como libre de fiebre aftosa sin vacunación.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resolución ICA 1112 de 1996	Establece la factura única de venta de vacuna antiaftosa para comercialización.
	Resolución ICA 1310 de 1994	Dicta disposiciones para la dirección y ejecución del Programa Cooperativo ICA-USDA.
Sanitario - Brucelosis	Resolución ICA 75495 de 2020.	Por medio de la cual se establecen las medidas sanitarias para la prevención y control de la *Brucela abortus* en las especies bovina, bufalina, ovina, caprina, porcina y équida dentro del territorio nacional.
	Resolución ICA 34348 de 2018	Establece el periodo y las condiciones para el segundo ciclo de vacunación contra fiebre aftosa y brucelosis bovina para el año 2018.
	Resolución ICA 30392 de 2018	Declara en cuarentena por brucelosis bovina a los municipios de Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros, Belmara, Entrerríos, Don Matías, Angostura, Yarumal, San José de la Montaña, San Andrés de Cuerquia y las veredas Charco Verde, Cuartas, La Unión, El Tambo, El Carmelo, Jalisco los Alvares, La Palma, Sabanalarga, Las Menesas y la China del municipio de Bello, ubicados en el departamento de Antioquia.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resoluciones ICA 23971 de 2018; 23581 de 2018; 26829 de 2018	Modifica el periodo del primer ciclo de vacunación contra fiebre aftosa y brucelosis bovina 2018, en algunos municipios del departamento del Norte de Santander, Cundinamarca, Casanare y Boyacá, se modifican los Artículos 7 y 9, se adiciona el Artículo 12 de la Resolución 23132, y se amplía el ciclo de vacunación en algunos municipios de los departamentos de Antioquia, Bolívar, Caquetá, Meta, Magdalena, Santander, Sucre, Tolima, Huila y Valle del Cauca.
	Resolución ICA 7231 de 2017	Establece las medidas sanitarias para la prevención, control y erradicación de la brucelosis en las especies bovina, bufalina, ovina, caprina, porcina y equina en Colombia.
	Resolución ICA 2910 de 2010	Establece los requisitos sanitarios para la movilización de animales susceptibles de brucelosis bovina y sus productos hacia las zonas declaradas libres de esta enfermedad o en proceso de declaración.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resoluciones ICA 2572 de 2009; 4422 de 2010; 5125 de 2011; 5126 de 2011; 5478 de 2012; 3810 de 2013	Declaran zonas libres de brucelosis: la provincia de García Rovira y el municipio de Santa Bárbara (Santander); el cañón de Anaime del municipio de Cajamarca (Tolima); municipio de Coveñas (Sucre); municipios de Soatá, Boavita, Tipacoque, Covarachía, San Mateo, La Uvita, Chiscas, El Cocuy, El Espino, Guacamayas, Güicán, Panqueaba y las veredas Mortiñal, Tobal, Cortadera, Parroquita, Quindeba, La Playa y Quichua del municipio de Chita (Boyacá); valle del Sibundoy (Putumayo); departamento de San Andrés y Providencia.
Sanitario - Rabia de origen silvestre	Resoluciones ICA 11210 de 2016; 12063 de 2009; 24037 de 2018; 29431 de 2018; 10163 de 2016	Ordenan la vacunación obligatoria contra rabia bovina en las veredas Salamina, Matecaña, Villa del Prado, Naranjales, Camelias, Playa Alta y Morra del municipio de Curillo y en las veredas La Temblona, El Rosal, La Primavera, Bocana, Luna, Cristal y La Esperanza en el municipio de San José del Fragua; jurisdicción de Puerto Rico; veredas de La Florida y La Novia 2, en el municipio de Curillo; veredas Pringamoso, La Flor, Brasilia, Campohermoso, San Bruno, Blanca Nieves, El Atrancón, Camelias y Barranquillita del municipio de Puerto Rico en el departamento de Caquetá.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resolución ICA 2602 de 2003	Dicta medidas para la prevención y control de la rabia de origen silvestre en Colombia.
Sanitario - Tuberculosis	Resoluciones ICA 00008411 de 2016; 005315 de 2011 y 003811 de 2013	Deroga la Resolución 3991 de 2010, que declara al municipio de Cajamarca (Tolima) libre y declara al departamento de San Andrés y Providencia y algunas otras zonas libres de tuberculosis bovina.
	Resolución ICA 004437 de 2010	Declara una zona libre de tuberculosis bovina.
Buenas prácticas ganaderas	Resolución ICA 20277 de 2018	Por la cual se establecen los requisitos sanitarios y de inocuidad para obtener la certificación en Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en la producción primaria de ovinos y caprinos.
	Decreto Mincit 2124 de 2012	Designa al organismo nacional de acreditación de Colombia y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Minsalud 2270 de 2012	Modifica el Decreto 1500 de 2007, modificado por los Decretos 2965 de 2008, 2380, 4131, 4974 de 2009, 3961 de 2011, 917 de 2012 y se dictan otras disposiciones.
	Resolución ICA 3585 de 2008 Decreto Minsalud 1500 de 2007	Establece el sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción primaria de leche, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo II del Título I del Decreto 616 de 2006.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
	Resolución ICA 3278 de 2008	Establece la expedición de guías sanitarias de movilización interna mediante el Sistema Nacional Web de Movilización y Comercialización Ganadera.
	Decreto MADR 3149 de 2006 y Presidencia de la República Decreto 414 de 2007	Dictan las disposiciones sobre la comercialización, transporte, sacrificio de ganado ovino, bovino y bufalino y expendio de carne en el territorio nacional.
	Resolución MADR 0070 de 2007 y 0071-00185 de 2007	Determinan los requisitos que habilitan a las organizaciones gremiales ganaderas para expedir bonos de venta, registros, condiciones y forma de expedición de hierros.
	Decreto Minsalud 616 de 2006	Expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expenda, importe o exporte en el país.

Fuente: **Elaboración propia.**

1.6. Alcances y limitaciones

El mapa de zonificación de aptitud para la producción caprina en Colombia fortalece el desarrollo de políticas para el sector de la ganadería caprina, priorizando la consolidación de posibles núcleos de desarrollo y orientando inversiones a escala nacional o regional. Así mismo, se constituye en una herramienta para la planificación rural agropecuaria y el ordenamiento territorial.

La zonificación considera todo el territorio continental colombiano y es un instrumento de carácter indicativo, teniendo en cuenta su escala de tipo general. Por tal razón, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción y no remplaza la elaboración de proyectos de inversiones puntuales, los cuales requieren de análisis e información más detallada, donde se evalúen a nivel local los requerimientos específicos de acuerdo con la especie y las condiciones de competitividad relacionadas con la ubicación del proyecto, los objetivos específicos de la producción, los productos a obtener, el mercado y el flujo de caja.

La metodología desarrollada para la zonificación de la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo se fundamenta en criterios y enfoques que ha venido ajustando la UPRA de estudios similares realizados por entidades internacionales como la FAO y por entidades nacionales como el Ideam, IGAC, Instituto Humboldt y Agrosavia, entre otras. En ese sentido, esta propuesta fortalece los enfoques existentes incorporando información actualizada, así como otras variables, métodos de evaluación multicriterio y herramientas que facilitan la integración.

En consecuencia, la zonificación se desarrolla considerando las siguientes premisas:

- Prioriza las áreas más competitivas para la producción de caprinos en pastoreo para Colombia, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.
- La definición del TUT y de sus requerimientos específicos se realizan a partir de la información existente sobre la producción de caprinos.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.
- Las áreas donde apliquen normas de tipo ambiental, social y cultural que condicionen el uso a otros procesos o instrumentos vigentes, tales como los territorios colectivos de comunidades étnicas y campesinas, deben ser analizadas de forma diferencial, con el fin de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.
- Las áreas establecidas como potenciales para la producción caprina no pondrán en riesgo áreas naturales, o con potencial, como ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, subpáramos, páramos, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos), por lo cual prima para estas el criterio de exclusión técnica y legal.

- La inclusión de nuevos criterios o variables dentro del proceso de zonificación está sujeta a la disponibilidad de información oficial; en este sentido, algunas variables que pueden ser relevantes no se contemplan en la metodología hasta que la información sea entregada de manera oficial por la entidad encargada de su recolección, custodia y desarrollo.

Finalmente, el mapa de zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) para Colombia a escala 1:100.000 utiliza como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene en algunos casos niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado periodo de tiempo, lo cual plantea la necesidad de actualizar permanentemente la zonificación de acuerdo con la naturaleza de los criterios, por lo menos cada cinco años, mediante un proceso sistemático que facilite esta labor.




Techni-Tex

2. Marco conceptual



2. Marco conceptual

La gestión sostenible del ambiente, la sociedad y la economía se ha convertido en tema central para el diseño de las políticas y las decisiones de planificación sectorial en la mayor parte del mundo (Rodiek, 2009). Para una planificación efectiva del uso del suelo con fines productivos, los gobiernos y las entidades encargadas de la planificación rural agropecuaria requieren información sobre la capacidad de la tierra para apoyar sus diversos usos (Harms et al. 2015), en razón a que este sector representa uno de los más importantes para el bienestar humano toda vez que aumenta los ingresos y mejora la condición social de los productores, sujeto a la distribución y calidad de los recursos disponibles.

El modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la UPRA parte de un enfoque multidisciplinario que toma en consideración para su aplicación los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras en lo referente a la definición y evaluación de la aptitud, adicionándole dos aspectos fundamentales: la integración de los componentes biofísicos y socioeconómicos, los cuales no solo enmarcan las características particulares de un tipo de utilización de tierras desde el punto de vista de la productividad (a partir de los criterios edafoclimáticos que considera el esquema de la FAO), sino que también lo fortalece a partir de la incorporación de criterios de competitividad y sostenibilidad, mediante la evaluación de los criterios que involucran los componentes adicionados (figura 22).

Figura 22. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas



Fuente: UPRA (2015). Actualización (2021).

La zonificación utiliza para la integración de los componentes un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio (analytic hierarchy process-AHP), el cual permite generar las alternativas de decisión más adecuadas de uso del suelo, en las que se incluye la participación de diversos actores dentro del proceso de planificación, quienes asignan una calificación a partir de criterios y después lo llevan a un programa estadístico (PriEsT), donde se le asignan pesos a cada criterio.

Dentro del proceso metodológico que implica la integración de los mapas, la UPRA utiliza una primera matriz AHP para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos, denominada integrado biofísico, y otra que agrupa los criterios socioeconómicos en un solo mapa, denominada integrado socioeconómico. Posterior a ello, se genera un árbol de decisión mediante una matriz de paso para obtener el mapa final de la zonificación de aptitud; este proceso se explica más adelante en lo concerniente al ítem de procesos analíticos jerárquicos.

El enfoque de productividad basa su metodología principalmente en la evaluación de tierras, la cual se define como un proceso que permite identificar y valorar los usos específicos que se adaptan a las condiciones específicas de las tierras evaluadas (FAO, 2007), cuya finalidad es proponer sistemas de uso apropiados y sostenibles a largo plazo.

A pesar de que el método de la FAO presenta limitaciones por centrarse básicamente en el aspecto físico, ha sido el procedimiento más utilizado en todo el mundo para hacer frente al ordenamiento territorial local, regional y nacional. Las adaptaciones que han surgido en los últimos años ofrecen una alternativa de aplicación frente a nuevos retos agroambientales.

La FAO propone un conjunto de cualidades y características para ser empleadas en el proceso de evaluación de tierras (denominadas, en este desarrollo metodológico, criterios y variables, respectivamente), cuyo número es flexible y está determinado por los objetivos de aplicación, la escala de trabajo y los datos disponibles (FAO, 2007).

Dentro de la zonificación, el proceso de evaluación de tierras se aborda de manera multidisciplinaria, brindando los elementos para el análisis de criterios relacionados con las dimensiones físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas de la cadena productiva por evaluar, sobre una base sostenible.

Desde el enfoque físico, es importante, por medio del análisis de sus elementos en un espacio territorial, que se pueda determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido. De acuerdo con los estudios pecuarios realizados, se han precisado algunas características desde este componente que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en dos subcomponentes: climático y edáfico.

El enfoque socioecosistémico considera el patrimonio natural como la biodiversidad, la funcionalidad ecosistémica y los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales con los que cohabita. En estos sistemas complejos, el hombre, la sociedad y su cultura participan en el modelamiento de los ecosistemas y a la vez responden de forma adaptativa a los cambios en la naturaleza. De esta forma, los procesos socioecosistémicos que se dan en estos sistemas complejos han de buscar de forma permanente el ideal de la sostenibilidad (UPRA, 2016).

El objeto de una visión socioecosistémica es plasmar en el desarrollo productivo estrategias de gestión que consideren la dinámica natural de los ecosistemas, las interacciones sociedad-naturaleza, el uso sostenible de bienes y servicios ecosistémicos, y el mantenimiento de la integridad ecológica como aportantes a la productividad y la competitividad del sistema, en desarrollo del paradigma de conservación para el bienestar humano (Martín-López et al., 2009, citado por UPRA, 2014).

Esta visión dentro de la zonificación incorpora los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y servicios ecosistémicos, entre otros aspectos), con una distribución más equitativa de sus beneficios, incluyendo a la sociedad, la economía y la cultura en el establecimiento de nuevas actividades hacia la armonización entre la producción, la conservación y la reducción de procesos de degradación del patrimonio natural del país (UPRA, 2019).

Desde los criterios de orden socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el establecimiento y permanencia de una cadena productiva; las áreas con mayor aptitud son aquellas donde la actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.

En cuanto al tercer enfoque, la competitividad, definida por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que otros productores domésticos e internacionales (Porter, 1980), constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario toda vez que es la condición de viabilidad de los productos en el mercado y genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010).

En relación con la zonificación de una cadena productiva, la competitividad se expresa como la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido del sistema productivo y, con ello, permite mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, en particular de los empresarios y familias dedicados al negocio. Es decir, la competitividad implica que un sistema productivo exige requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollarse; en todo lo anterior se basa el componente socioeconómico, que forma parte de las zonificaciones de aptitud que adelanta la UPRA y que es fundamental para establecer dónde está el negocio y cómo podría moverse en el territorio a través del tiempo.

A continuación, se sintetizan algunos de los lineamientos que Rossiter (2009) plantea contemplar en una evaluación de tierras y que representan el enfoque dado en la zonificación de aptitud de las cadenas productivas:

- Considera un enfoque multidisciplinario y sectorial para la zonificación de una cadena productiva.
- Utiliza un enfoque paralelo donde cada criterio se aborda de manera conjunta y se obtiene directamente una clasificación para cada uno.
- Reconoce las múltiples funciones de la tierra, no solo para la producción de alimentos sino también para la conservación del medioambiente.

- Reconoce una variedad de criterios asociados al uso de la tierra que integra características físicas, climáticas, sanitarias, ecosistémicas, institucionales, de transporte, mano de obra y población, entre otras.
- Fomenta la participación de los interesados en los procesos de zonificación de aptitud de tierras.
- Define ampliamente la sostenibilidad para incluir la productividad, la equidad social y los aspectos medioambientales.
- Valora la tierra, dentro del contexto ambiental, como un factor que provee bienes y servicios a la población.





3. Marco metodológico



3. Marco metodológico

La zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo en Colombia se basa en los principios y fundamentos del «Esquema de evaluación de tierras» (FAO, 1976), las directrices y guías de la «Evaluación de tierras para la agricultura» (FAO, 1985) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el *Framework for Land Evaluation* (FAO, 2007).

La evaluación de tierras consiste en la determinación del grado de satisfacción de los requerimientos de cada tipo de uso o actividad proporcionado por el suelo. El proceso central de este esquema es la comparación de las cualidades de cada unidad de tierra con los requerimientos de cada tipo de uso del suelo mediante diversos procedimientos descritos en publicaciones posteriores (FAO, 1976).

Partiendo del enfoque suministrado por la FAO (1976), en la presente zonificación de aptitud se realizó una adaptación involucrando otro tipo de técnicas frecuentemente empleadas para la determinación del emplazamiento óptimo para una actividad como lo son los métodos de evaluación multicriterio, los cuales permiten también la obtención de mapas de aptitud.

La evaluación multicriterio es un método que se ha diseñado para cubrir un objetivo específico, cuando se requiere evaluar varios criterios, considerando al criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse; pueden ser de dos tipos: factores o restricciones, en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración, y una restricción es un criterio que limita dichas alternativas (Eastman et al., 1995).

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más sencillas y más frecuentemente aplicada es la suma lineal ponderada. El objeto principal de la evaluación multicriterio es dar pautas para combinar la información de varios criterios para formar un índice único de evaluación. En el caso de los criterios restrictivos, se utiliza la lógica *booleana*, es decir, si existe la restricción o no, y solo da lugar a una de esas calificaciones. En el caso de los factores, se utiliza generalmente la suma lineal ponderada, en la cual los factores son combinados aplicando un peso a cada uno, seguido por una sumatoria de los resultados, para así obtener el mapa de aptitud (Eastman et al., 1995).

La metodología planteada se fundamentó en el análisis de tres componentes: físico, socioecosistémico y socioeconómico, los cuales fueron evaluados por una serie de criterios, a la vez conformados por variables que los caracterizan.

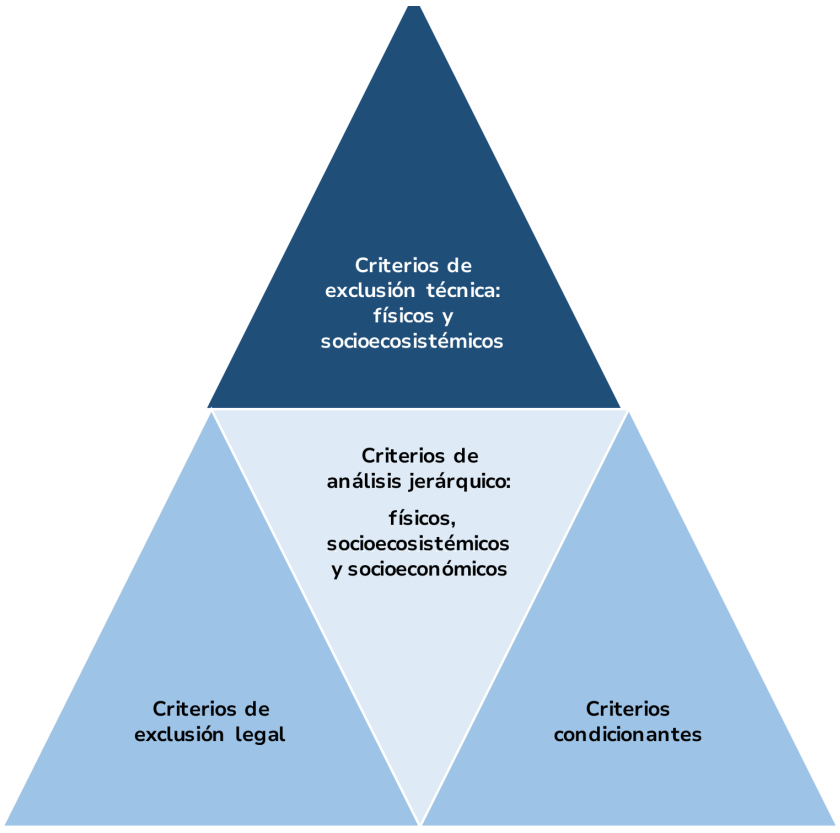
Un criterio es el atributo complejo (conjunto de variables) de las cualidades de la tierra, que actúa independientemente sobre la aptitud, para un tipo específico de uso (FAO, 1976); por otra parte, las variables son atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y que son utilizadas como un medio para describir las cualidades de la tierra o el criterio.

Para efectos de la zonificación, los criterios pueden ser de cuatro tipos:

- **De análisis jerárquico**: factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción caprina en pastoreo.
- **De exclusión técnica**: zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible la producción caprina en pastoreo.
- **De exclusión legal**: independientemente de la categoría de aptitud, por consideraciones sociales, culturales, ambientales y/o de bioseguridad, no es posible el desarrollo de la actividad productiva.
- **Condicionantes**: zonas con condicionante legal o técnico que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo social, cultural, ambiental y/o de bioseguridad para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

En la figura 23 se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera cómo interactúan entre sí.

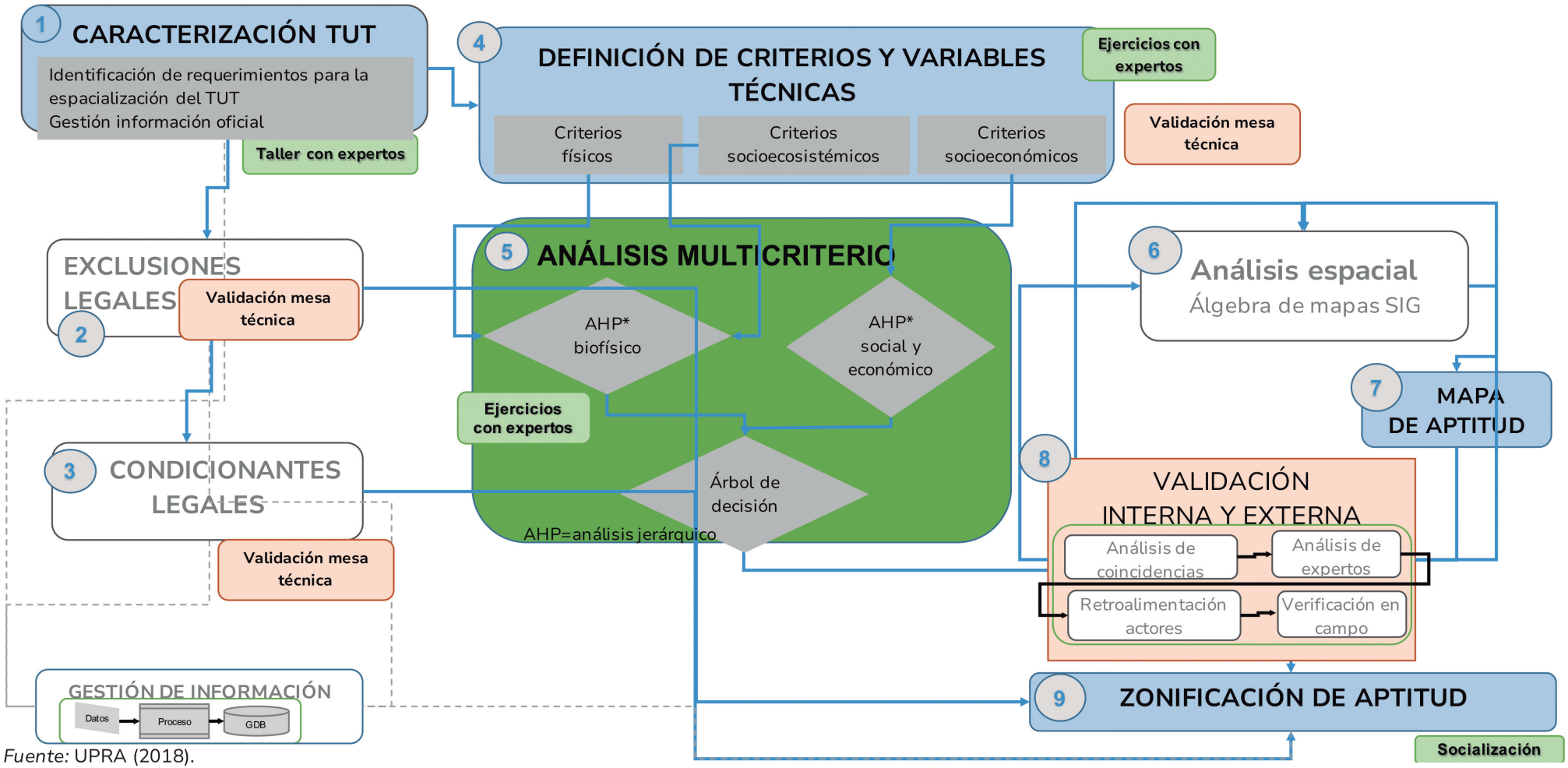
Figura 23. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo



Fuente: UPRA (2016).

A continuación, se presentan cada uno de los pasos que conforman el esquema metodológico de la zonificación de aptitud (figura 24).

Figura 24. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo



Fuente: UPRA (2018).

Durante todo el proceso se contó con el acompañamiento constante del sector caprinocultor y de diferentes profesionales, quienes aportaron conocimiento y experticia en la definición de los criterios y variables y su importancia dentro de la zonificación.

1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT): en esta fase, se define el tipo de uso de la tierra objeto de la zonificación, con base en sus requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos. Así mismo, se definen criterios y variables objeto de la cartografía.

2. Identificación de exclusiones legales: con base en la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que excluyen la actividad productiva.

3. Identificación de condicionantes legales: acorde con la normatividad vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecen las diferentes figuras que condicionan la actividad productiva.

4. Definición y selección de criterios y variables técnicas: de acuerdo con el TUT planteado, se selecciona una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, y es un listado concertado con expertos. Un criterio es «el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural».

5. Análisis multicriterio: método diseñado para evaluar la importancia de los criterios y ponderarlos dentro del modelo de zonificación de aptitud a través de matrices del proceso analítico jerárquico (método AHP). La primera matriz corresponde al componente biofísico (compuesto por criterios físicos y socioecosistémicos) y la segunda, al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se comparan a través de una matriz de paso (árbol de decisión).

6. Análisis espacial: paralelamente a las actividades mencionadas, los análisis espaciales forman parte de las diferentes fases, desde la consecución y organización de la información, la normalización y estandarización de los datos, hasta la obtención de los mapas de variables y criterios, además de la aplicación del método jerárquico para la generación de mapas intermedios y final de aptitud para la producción caprina en pastoreo.

7. Mapa de aptitud: resultado de la aplicación de la metodología propuesta; se presentan las zonas aptas y no aptas para la producción caprina en Colombia y los resultados de índole nacional, departamental y municipal.

8. Validación de resultados: se socializan y validan los resultados de las zonas aptas y no aptas para la producción caprina a nivel nacional, departamental y municipal.

9. Resultados: se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para la producción caprina con sus respectivas estadísticas de carácter nacional, departamental y municipal.

3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)

El tipo de utilización de la tierra (TUT) es un conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, ambiental y cultural específico (tipo de cultivo, objetivos de producción, tipo de manejo, rotación cultural,

intensidad de mecanización y capital, infraestructura requerida, tamaño y tenencia de la tierra, entre otros) (FAO, 2003).

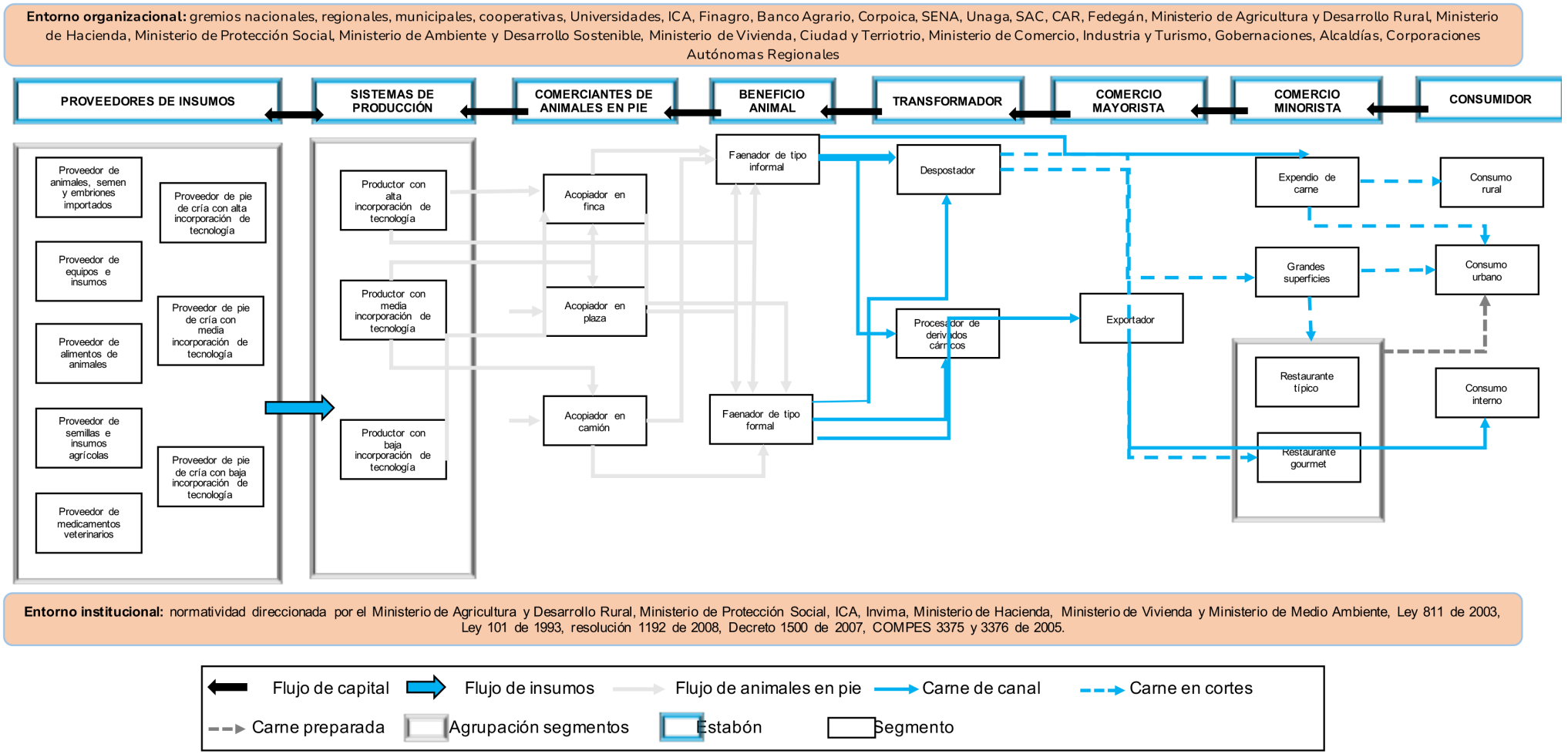
También se define como una descripción a un nivel apropiado de detalle del uso de la tierra e incluye las características del sistema de producción, los contextos socioeconómico y ecológico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores a la producción de cabras desde un punto de vista de evaluación de tierras; es decir, que pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables en el país, o que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra.

El TUT evaluado en el presente documento corresponde a: «Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia».

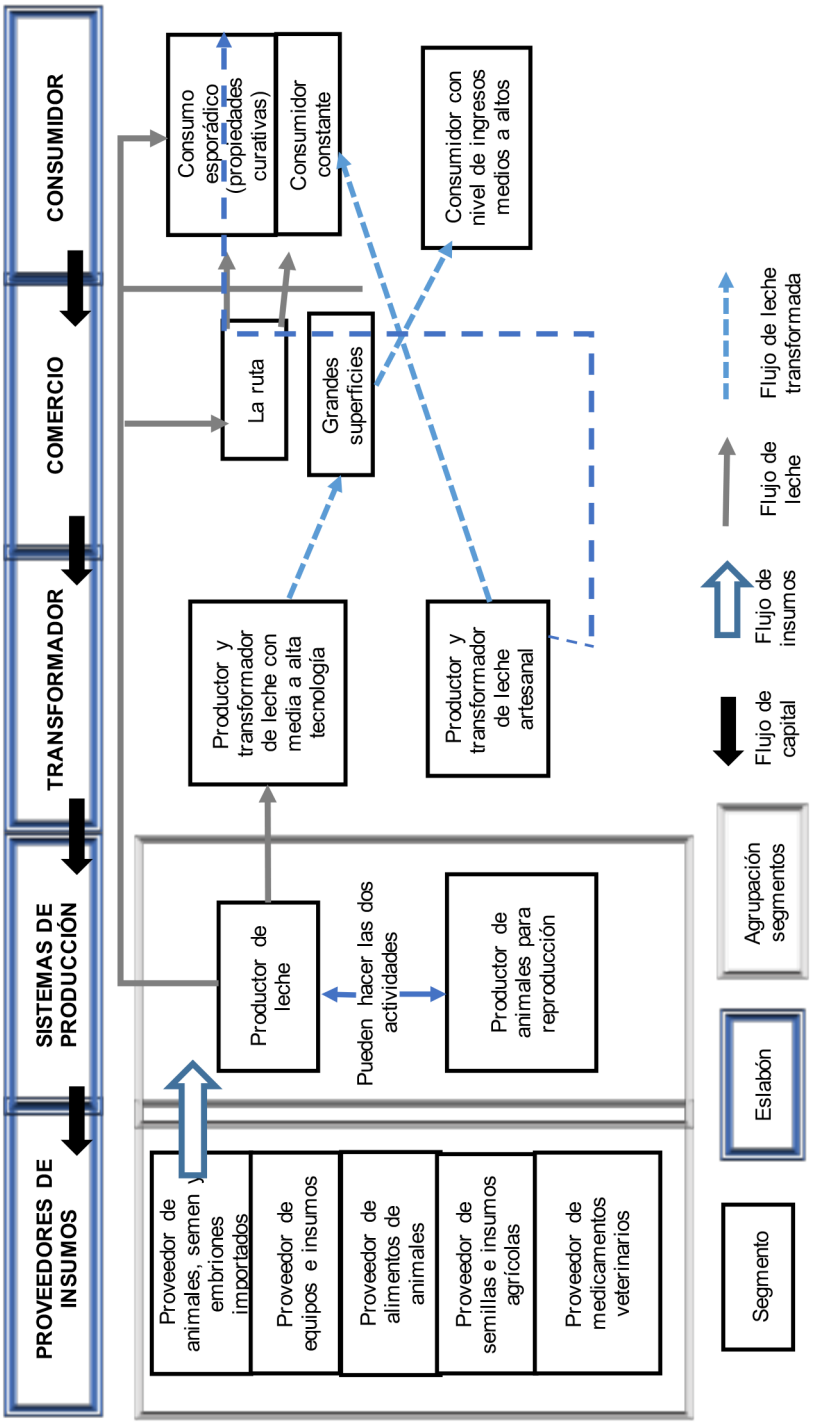
A continuación, en la figura 25 y figura 26 se presentan los esquemas de la cadena cárnica ovino-caprina y la cadena láctea-caprina, respectivamente, detallando cada uno de los eslabones, tanto del sector productivo, como del comercial e institucional.



Figura 25. Estructura de la cadena cárnica ovino-caprina



Fuente: MADR (2020).



Fuente: MADR (2020).

Figura 26. Estructura de la cadena láctea-caprina

3.2. Criterios de análisis jerárquico

El criterio es un atributo de las cualidades de la tierra que actúa independientemente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976); o también se puede denominar como el conjunto de propiedades de la unidad de tierra que responde integralmente a un requerimiento de un tipo de utilización. Los criterios de análisis jerárquicos se entienden como factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción caprina; las variables se consideran como atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y son utilizadas como un medio para describir las cualidades de la tierra o los criterios.

A continuación, se presentan los criterios y variables de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico que generan aptitud para la producción de cabras (*Capra hircus*) a escala 1:100.000 en Colombia; dicha información está contenida en las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico que contienen información relacionada con la definición, importancia, rangos de evaluación, limitantes, metodología utilizada para su procesamiento, representación cartográfica y las fuentes de información, las cuales se encuentran en los anexos del presente documento.

3.2.1. Criterios físicos

Hacen referencia a las condiciones generadas por el ambiente, haciendo énfasis en el clima y el suelo, enmarcados en los conceptos de productividad y sostenibilidad que son orientados a través de la metodología de evaluación de tierras de la FAO, definida como «la evaluación de la aptitud de la tierra cuando se utiliza para propósitos específicos, involucrando estudios de suelos, de vegetación, de clima y otros aspectos de la tierra. El principal objetivo de dicha evaluación es definir los mejores usos posibles para cada unidad de tierra definida, tomando en cuenta la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro» (FAO, 1976).

El componente físico hace énfasis en la producción de forraje para el ramoneo y pastoreo; específicamente se refiere a la capacidad que tienen las tierras para la producción de árboles, arbustos y hierbas que pueden ser leguminosas, gramíneas y otras especies, siendo este conjunto de especies el utilizado para evaluar la aptitud de las tierras.

En tal sentido, la metodología busca la mayor producción bajo la menor inversión de capital y la menor afectación de los recursos naturales, y es determinada mediante una comparación entre la demanda por parte de la producción forrajera, a partir de un paquete tecnológico específico por la oferta de las especies forrajeras evaluadas y la oferta ambiental de las tierras, definidos por las siguientes 23 variables agrupadas en 8 criterios de análisis jerárquico (figura 27).

Figura 27. Criterios y variables del componente físico, pastos, gramíneas, leguminosas y otras



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20 se definen los criterios y las variables que componen cada uno de los criterios del componente físico.

Con base en los requerimientos de las especies evaluadas, se construyeron los rangos de las variables y criterios, unificando cada uno por agrupación, para gramíneas y para leguminosas y otras especies, que posteriormente es integrado a través de un análisis jerárquico, tanto para gramíneas como para leguminosas; finalmente es integrado en un solo mapa por criterio dándole valores del 70 % para las agrupaciones de leguminosas que incluyen árboles y arbustos para el ramoneo y 30 % para los criterios que representan las gramíneas que son pastoreadas.

Tabla 20. Definición de criterios y variables del componente físico.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Disponibilidad de nutrientes	Cualidad del suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas cuando otros factores de crecimiento, tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo, son favorables (USDA, 1961). Considera las relaciones químicas en la zona radicular, de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de los pastos.	**Acidez (pH):** concentración de H^+ y OH^- en la solución del suelo, que define su grado de acidez o alcalinidad, expresado como un valor de pH (Soil Science Society of America, 2018).
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC): de acuerdo con Chapman (citado por Malagón y Montenegro, 1990), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo y dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que son parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico, usualmente se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo, cmol/kg de suelo o milimoles de carga por kg de suelo, o del material edáfico al que se le determinó. La capacidad de intercambio de cationes y aniones es una de las características más importantes del suelo ya que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos requeridos para la nutrición vegetal y constituye

Criterio	Definición	Descripción de variables
		gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).
		Saturación de bases: relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía, si la CIC incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez total, determinada a pH 7 u 8. A menudo se expresa como un porcentaje (Soil Science Society of America, 2018).
		Carbono orgánico: el carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos alterados de plantas, animales, microorganismos vivos y muertos, en el humus y en forma muy condensada, casi como carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón) (Jackson, 1958). El carbono orgánico del suelo se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, afectando las propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos; se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, al aportar elementos como el N, cuyo aporte mineral es normalmente deficitario.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Toxicidad por sales y/o sodio y aluminio	Presencia de elementos minerales en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicos a las plantas, restringiendo su crecimiento y producción; además, tienen efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos (UPRA, 2013; FAO, 1991; FAO, 1976).	**Saturación de aluminio:** proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al^{+++} y H^{+} intercambiables (desplazables), con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1974). La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al^{+++}), que es soluble en suelos ácidos con pH menor de 5,5.
		Salinidad o sodicidad: contenido alto de sales solubles y/o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio (Na) se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). La salinidad y la sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural, se asocian con el fenómeno climático de aridez, con los materiales de origen ricos en sales, como sucede con algunas rocas sedimentarias, y con el ascenso del nivel freático, el cual deja en la parte superficial del suelo altos contenidos de sales o de sodio. En forma adquirida, se relacionan con riegos prolongados con aguas de altos contenidos de sales, así como con aguas de buena calidad, pero mal manejadas en climas con régimen de humedad ústico (Garavito, 1974).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO^2 hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior para ser absorbido por las raíces (UPRA, 2013; FAO, 1991; FAO, 1976).	**Drenaje natural:** grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través de este, a los espacios subterráneos (USDA, 1961). El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, y tiene en cuenta la relación entre la pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción, colores gley y también de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).
		Susceptibilidad a inundaciones: condición por la cual un área del suelo se cubre temporalmente de agua, causada por el desborde de las corrientes de las mismas (IGAC, 2010).
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo. Se relaciona con el contenido y movimiento del agua en el suelo (UPRA, 2013; FAO, 1976; FAO, 1991).	**Régimen de humedad del suelo:** presencia o ausencia de un manto freático o agua retenida a una tensión inferior a 1500 kPa, en la sección control de humedad del suelo, durante un periodo correspondiente a un año normal (Soil Survey Staff, 2014).
		Textura: proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «fracción fina» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Condiciones climáticas	Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático (definidas como variables), que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (UPRA, 2013; FAO, 1976).	**Temperatura media anual:** medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2014). **Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc):** índice de la relación mensual entre la evapotranspiración actual (refiriéndose a la cantidad de agua que suministra la precipitación en el mes, que es evapotranspirada) y la evapotranspiración del cultivo mensual, llevado a una medida de tendencia anual, expresados en valores de 0 a 1. **Brillo solar medio diario anual:** la cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2014).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Condiciones de enraizamiento	Conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo de las raíces, tanto en forma vertical como horizontal (FAO, 1991; FAO, 1976).	**Profundidad efectiva:** espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin restricciones para conseguir el agua y los nutrientes indispensables; también se define como el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).
		Pedregosidad: fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987). Se relaciona con el efecto sobre el volumen y espacio de exploración de las raíces.
		Textura: proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «fracción fina» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).
Capacidad de laboreo y pastoreo	Condiciones del terreno para preparar un lecho con los nutrientes adecuados y con condiciones que permitan el establecimiento del cultivo (pastos) para su posterior desarrollo, mantenimiento y cosecha (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizadas) (FAO, 1976; UPRA, 2013).	**Pendiente:** grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).
		Pedregosidad: cantidad de fragmentos de roca de 2 mm de diámetro, o mayores, en el suelo (Van Wambeke y Forbes, 1987). Los fragmentos se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques.
		Textura: proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «fracción fina» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado del suelo, originando una disminución de la productividad (FAO, 1991; FAO, 1976).	**Fases por grados de erosión:** desgaste actual de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de los materiales de roca, a través de la acción del agua en movimiento, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961).
		Degradación de suelos por erosión: pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua o del viento, que es mediada por los seres humanos; trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015).
		Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal; generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).
		Amenaza por movimientos en masa: peligro latente de movimientos en masa, de origen natural, o causado o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de la probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016).

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2. Criterios socioecosistémicos

Los criterios socioecosistémicos se definen, desde la visión sectorial agropecuaria, buscando el establecimiento de sistemas de producción con la capacidad de perdurar en el tiempo (sostenibilidad), gracias a la integración con su entorno territorial, contribuyendo así a la conservación del capital natural que soporta la producción agropecuaria (Corrales, 2002), (MADR, 2008). De esta forma, los sistemas de producción y el territorio, bajo el enfoque socioecosistémico, se retroalimentan positivamente para el mantenimiento de la producción y la conservación de los agroecosistemas y ecosistemas vinculados.

Desde los criterios de orden socio-ecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el establecimiento y permanencia de una cadena productiva; las áreas con mayor aptitud son aquellas donde la actividad productiva genera un menor impacto en la prestación de bienes y servicios ecológicos que proveen los ecosistemas o los potencializa mediante el mejoramiento y la probabilidad de mantenerlos sin afectar el desempeño del sistema productivo.

La zonificación de la caprinocultura se orienta a identificar y delimitar las áreas con aptitud para el establecimiento de producción de cabras (*Capra hircus*); se consideran también dentro de los criterios socioecosistémicos aspectos relacionados con el bienestar animal definidos en el Código Sanitario para los animales terrestres, el cual «designa el estado físico y mental de un animal en relación con las condiciones en las que vive y muere». Los principios de la OIE sobre bienestar animal describen el derecho al bienestar que tienen los animales que se encuentran bajo el control del ser humano, también conocidos como las siguientes libertades (OIE, 2018):

- Libre de hambre, sed y desnutrición
- Libre de miedos y angustias
- Libre de incomodidades físicas o térmicas
- Libre de dolor, lesiones o enfermedades, y
- Libre para expresar las pautas propias de comportamiento

Teniendo en cuenta que las libertades «de miedos y angustias» y «de expresar las pautas propias de comportamiento» pertenecen a cada animal específicamente, estas no pueden ser representadas cartográficamente; por lo tanto, no se incluyen en el análisis.

Los criterios y variables socioecosistémicos contribuyen al análisis del territorio que acoge el sistema productivo descrito en el TUT, para propender por la sostenibilidad tanto de la actividad productiva como del territorio que la recibe. Con este fin, se definieron 18 variables agrupadas en 8 criterios de análisis jerárquico (figura 28 y tabla 21).



Figura 28. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Sanidad animal	Es un «pilar fundamental para asegurar la competitividad del sector pecuario» (SAG, 2020). Es un factor clave para el establecimiento de cualquier sistema productivo, ya que se debe mantener durante todas las etapas productivas. Tiene como objeto preservar la salud y vida de los animales y ser una herramienta en la toma de medidas preventivas con respecto a las enfermedades presentes o introducidas al país que puedan poner en riesgo la vida animal o humana.	**Susceptibilidad a enfermedades podales:** «las patas de los pequeños rumiantes sufren serias dificultades por cuenta de los terrenos húmedos o fangosos, lo que genera una especie de dermatitis que afecta el casco del animal y que puede derivar en una infección que causa una cojera, que tiende a empeorar rápidamente, para luego generar inflamación en la piel que está entre los dedos. En su grado más avanzado la pezuña se deforma, se desprenden tejidos y produce un olor desagradable» (Fedegán, 2023).
		Susceptibilidad a parásitos gastrointestinales: las parasitosis gastrointestinales, especialmente por nematodos, es una de las causas más importantes de la baja productividad y merma económica de los sistemas pecuarios caprinos del mundo en general y de Colombia en particular. Los parásitos pueden alterar el bienestar animal y, por tanto, los niveles productivos de las fincas, independientemente del sistema productivo, aunque con una aparente relación con el sistema de manejo bajo pastoreo, puesto que los nematodos que causan esta parasitosis presentan una fase parasitaria de su ciclo ubicado en el cuajo o intestino donde los adultos se desarrollan y ponen huevos que son eliminados por las excretas. Ya en el medioambiente, se cumple la fase de vida libre donde de acuerdo con las condiciones de temperatura y humedad a partir de los huevos se desarrollan las larvas infestantes (Herrera et al., 2013).

Criterio	Definición	Descripción de la variable
		Susceptibilidad a rabia de origen silvestre: establece las áreas que brindan el vector de la enfermedad de control oficial, rabia de origen silvestre, en un ambiente favorable para llevar a término su ciclo biológico completo. Muestra la distribución potencial del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) mediante modelos de distribución de especie.
		Susceptibilidad a brucelosis: la brucelosis caprina es una enfermedad infectocontagiosa de amplia distribución mundial, siendo endémica en todos los países europeos y africanos de la cuenca del Mediterráneo, países del Medio Oriente, Latinoamérica, centro y oeste de Asia, India y esporádicamente en países de África; es una enfermedad crónica producida por *Brucella melitensis*, afecta principalmente al caprino, considerado su hospedador natural, pero al ser la especie de *Brucella* la más inespecífica del género puede infectar una gran cantidad de otras especies animales y al ser humano produciendo una enfermedad muy grave llamada fiebre ondulante, por lo que constituye una de las zoonosis de mayor interés veterinario y de salud pública.

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Confort animal	Muestra la capacidad del medio para proveer las condiciones adecuadas de protección y de comodidades térmicas necesarias, que le permitan al animal expresar su potencial genético, productivo, reproductivo y comportamental, sin alterar sus mecanismos fisiológicos.	**Temperatura:** afecta el desempeño productivo de los caprinos ya que hace parte fundamental de los factores que regulan la zona termo-neutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo. Valores por encima o por debajo del rango producen estrés térmico en el animal. La exposición a estrés climático, principalmente calórico, conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo, además de disminución en rendimientos productivos y reproductivos.
		Humedad relativa: afecta el desempeño productivo de los caprinos. Es uno de los factores que regula la zona termo-neutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo, valores por encima o por debajo del rango ideal (confort) producen estrés térmico en el animal. La exposición a estrés climático principalmente calórico, conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo.

Criterio	Definición	Descripción de la variable
		Condiciones de sombrío: en los sistemas de producción bajo pastoreo, reviste gran importancia el proporcionar sombrío y protección a los animales frente a las condiciones climáticas, sobre todo las extremas. El uso de barreras vivas, entre otras, durante el desarrollo productivo del animal es una excelente herramienta de manejo pues los animales necesitan bastante tiempo de tranquilidad y quietud durante el día para atender al proceso fisiológico digestivo de la rumia (Ros y García, 2020), además de ser el lugar ideal para ubicar los bebederos y que el animal consuma agua fresca en los días calurosos; el sol directo sin poseer ningún tipo de barrera podría entorpecer este proceso, lo que se vería traducido en bajas rentabilidades y pérdidas económicas para el productor. Es por ello que esta variable muestra la capacidad del medio (unidad espacial de análisis) de proveer las condiciones adecuadas de sombrío para los caprinos en pastoreo, proporcionadas por las coberturas naturales y los ecosistemas, así se contribuye a favorecer una de las cinco libertades (libre de incomodidades físicas y térmicas) del bienestar animal.
		Clasificación bioclimática: la vida es un sistema dinámico en el que tienen lugar continuos intercambios entre el organismo y su ambiente, siendo este carácter dinámico el que determina el fisiologismo de los seres vivos. La adaptación y habituación han hecho y siguen haciendo posible su vida en los distintos ambientes.

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Alternativas forrajeras para la producción caprina	Los caprinos se caracterizan por poseer un comportamiento alimenticio similar al de las ovejas, sin embargo, poseen hocico largo y estrecho con boca pequeña, labios superiores móviles y lengua prensil que otorga gran habilidad permitiendo el ramoneo de hojas pequeñas e incluso especies espinosas (Pérez, 1998). Según lo anterior, este criterio evalúa la distribución y presencia de plantas nativas y naturalizadas en Colombia con alto potencial para el forrajeo y el ramoneo del ganado caprino. De acuerdo con Giraldo-Cañas (2013), Colombia presenta una alta biodiversidad de gramíneas. Esta gran presencia de especies de gramíneas forrajeras favorece la ganadería extensiva en algunas áreas del país en las cuales se da muy poco manejo de las pasturas cultivadas, hecho que, además de generar un buen potencial de uso como forraje, se ha demostrado que desde el punto de vista nutritivo y por sus condiciones organolépticas propias pueden convertirse en una fuente de alimento para la ganadería de importancia (Sossa et al., 2021).	**Gramíneas nativas:** la variable describe los patrones de distribución natural de un grupo seleccionado de especies de gramíneas nativas y naturalizadas que por su importancia como potencial forrajero pueden servir como alternativas para la producción pecuaria en las principales zonas ganaderas del país. De igual manera, identifica las zonas en las cuales se tiene conocimiento del uso de especies nativas como forrajes y se usan frecuentemente en la caprinocultura. **Potencial de ramoneo y forraje**: el ramoneo es una forma de alimentación en la que un herbívoro se alimenta de hojas, brotes tiernos o frutos de plantas de alto crecimiento, generalmente leñosas, como los arbustos y árboles. Esto contrasta con el pastoreo, generalmente asociado con animales que se alimentan de pasto, hierbas cespitosas u otras vegetaciones inferiores. La variable describe los patrones de distribución natural de un grupo seleccionado de especies arbóreas, arbustivas y cactiformes nativas, las cuales por su importancia como potencial alimenticio pueden servir como alternativas para la producción caprina en el país.

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Estatus ecológico de las pasturas	Capacidad de las pasturas para soportar y mantener su capital natural sin degradarse, ante alteraciones externas, y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo.	**Vigor**: el vigor de las pasturas está referido a su productividad, con particular atención a las interacciones que afectan los flujos de energía (Naciones Unidas, 2006). De acuerdo con Hofstede (2004), se puede afirmar que entre mayor vigor tenga una pastura, mayor será su productividad.
		Amenaza por incendios de la cobertura vegetal: identifica aquellas coberturas que, por sus características, tienen una mayor probabilidad de verse afectadas por un incendio de la cobertura vegetal, lo cual repercute de forma directa en la aptitud del territorio en el establecimiento y desarrollo de actividades agropecuarias.
		Potencial de invasibilidad: condiciones o características propias de las áreas con pasturas que facilitan el establecimiento y posterior dispersión de las especies exóticas con alto riesgo de invasión en Colombia.
Apropiación y acceso al agua	Es un balance entre la oferta hídrica de una subzona hidrográfica, calculada como uso consuntivo de agua por las pasturas, y la demanda hídrica incluyendo el consumo potencial (cantidad de agua que contiene la subzona hidrográfica que sostiene el consumo del inventario actual del ganado caprino y determina la disponibilidad del recurso para futuras producciones), y la cercanía a los cuerpos de agua para garantizar su suministro.	**Apropiación de agua:** estima el consumo potencial de agua por parte del ganado caprino para su producción en pastoreo, en una subzona hidrográfica, mediante la evaluación de su oferta hídrica natural.
		Acceso al agua: hace referencia a la accesibilidad a los cuerpos de agua y así garantizar la requerida para el sustento animal. El agua es el elemento más vital de todos los conocidos hasta el momento (Sager, 2000), «tiene una importancia primaria como el mayor constituyente del organismo animal; es requerida para la regulación de la temperatura corporal, para el crecimiento, reproducción, lactación, digestión, metabolismo, excreción, hidrolisis de nutrientes, transporte de nutrientes y de desperdicios en el cuerpo, lubricación de las articulaciones y muchas funciones más» (García, s.f.).

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Integridad ecológica	Capacidad del ecosistema para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada, como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo (Ciontescu, 2012).	**Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN):** la conectividad se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (McArthur y Wilson, 1967; Tischendorf y Fahrig, 2000; Correa, 2009), por lo cual requiere establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencias, contrastes) en el territorio, que limiten o impriman mayor costo para el flujo de la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos fundamentales para el desarrollo de los sistemas productivos y la sostenibilidad del territorio.
		Índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT): la variable está referida a las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales que son necesarios para sustentar la vida. La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis está determinada por la cantidad de espacios que permiten la prevalencia de los procesos naturales necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio (Vélez y Gómez, 2008).
		Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas (AC). De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (Aicas).

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Cambio de cobertura		**Cambio de cobertura de la tierra:** la cobertura de la tierra puede definirse como el recubrimiento biofísico que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005) y describe la vegetación y elementos antrópicos existentes sobre esta. La cobertura de la tierra y los cambios que ocurren dentro de ella son fundamentales para un gran número de procesos físicos del cambio global. Este criterio es relevante para determinar la aptitud del territorio, debido a que es el resultado de la interacción de una serie de factores físicos, económicos, tecnológicos, institucionales y culturales que operan en diferentes escalas espaciales y temporales y que se correlacionan con procesos que ocurren a nivel de los ecosistemas y las poblaciones biológicas.
Variación del contenido estimado de carbono		**Balance de carbono en la biomasa:** este criterio se asocia a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono, por tanto, el balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual, frente al carbono estimado proveniente de las emisiones generadas por la ganadería caprina permite determinar la sostenibilidad ambiental asociada a este servicio ecosistémico (UPRA, 2016).

Fuente: Elaboración propia.

El componente socioecosistémico resalta la importancia de incorporar en los procesos de planeación agropecuaria y de zonificación de aptitud, las demandas de agua, las emisiones de gases debido a la producción caprina en pastoreo y la afectación en el tiempo de los anteriores recursos por los cambios en el uso del suelo.

3.2.3. Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad de producir bienes y servicios de mayor calidad y menor precio, frente a otros productores nacionales e internacionales; se define por la eficiencia con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales; es decir, la productividad depende tanto del valor de los productos y servicios de un país (medido por los precios que se pagan por ellos en los mercados libres) como por la eficiencia con la que se pueden producir (Porter, 1985).

La competitividad constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario, toda vez que es la condición de viabilidad de los productos en el mercado y genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010).

La sostenibilidad y crecimiento en los niveles de competitividad dependen del logro de un uso eficiente de los factores de producción, de la consolidación de altos niveles de innovación en los sistemas

productivos, de la diversificación y ampliación de los mercados, así como de la articulación de los mercados regionales y la población rural para desarrollar su potencial productivo y elevar su calidad de vida.

Con respecto a la zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo para el mercado nacional, el componente socioeconómico se define como la capacidad de una región (municipio) para generar condiciones que promuevan la competitividad de una explotación comercial, así como su desarrollo económico sostenido, lo cual se refleja en la mejora permanente de las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, empresarios y trabajadores. Su importancia radica en que las condiciones territoriales existentes determinan la competitividad de la producción de carne caprina con fines comerciales, de acuerdo con la interacción de las diferentes variables que caracterizan al territorio definido.

Para un mercado competitivo se requiere de mejores vías terrestres, precios y condiciones favorables de la tierra, seguridad pública, mercado laboral y mano de obra, generación de riqueza y gestión pública local, lo cual repercute en mejores condiciones de vida de las comunidades locales y en beneficio de la producción caprina.

Si bien para el inversionista de la explotación caprina no le es determinante invertir en un sitio con mejores o peores condiciones de vida, su inversión sí beneficiará a la comunidad local. En consecuencia, el impacto socioeconómico causado por proyectos de producción caprina en Colombia interesa en especial a las agencias y/o entidades del Gobierno, tomadores de decisiones y a los productores con responsabilidad social.

La figura 29 muestra 31 variables agrupadas en 7 criterios del componente socioeconómico, para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia, así como la tabla 22 muestra las definiciones respectivas.

Figura 29. Criterios y variables del componente socioeconómico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Definición de criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Definición	Descripción de variables
Infraestructura y logística	Conjunto de medios técnicos, bienes, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución de los caprinos en el país.	**Inventario caprino:** corresponde a predios georreferenciados con explotación caprina y su colindante, tomando para este último únicamente los predios de propiedad privada, sin exclusiones para el mercado de tierras y con destino económico agropecuario.
		Cercanía a centros de concentración: facilidad con la que se puede llegar a un sitio en el cual se realizan los procesos de comercialización del ganado caprino en pie, ya sea a través de las ferias comerciales, mercado ganadero, subasta, remate o paradero.
		Cercanía a plantas procesadoras: facilidad con la que se puede llegar a un establecimiento destinado a la transformación de leche procedente de los centros de enfriamiento, con el fin de hacerla apta para el consumo humano, o como materia prima para la elaboración de derivados lácteos.
		Cercanía a plantas de beneficio: facilidad con la que se accede a un establecimiento en donde se sacrifican las especies animales (declaradas como aptas para el consumo humano) y que ha sido registrado y autorizado para este fin. Tiene como objetivo proveer a las entidades territoriales la infraestructura y el equipamiento adecuado para el sacrificio de animales, considerando las prácticas sanitarias establecidas en la normatividad colombiana, esto con el fin de mejorar las condiciones de sacrificio y comercialización de productos cárnicos aptos para el consumo humano (Decreto 1500 de 2007).
		Cercanía a centros de servicio: facilidad con la que se pueden alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción de caprinos.
		Conectividad terrestre: cercanía del predio y del colindante a las vías primarias, secundarias y terciarias que hay en el país, y la accesibilidad a las rutas terrestres para el movimiento de caprinos en pie e insumos de un lugar a otro.

Criterio	Definición	Descripción de variables
		Energía eléctrica rural: nivel de favorabilidad para el acceso al servicio público de energía eléctrica en las zonas rurales del país, en el que se evalúa tanto la cobertura porcentual de este servicio en el área rural de cada municipio, como la tarifa media cobrada por los prestadores del servicio residencial.
Asociatividad e institucionalidad	Presencia institucional del Estado, gremial y/o de organizaciones de base de la cadena productiva agropecuaria en un municipio cuyo apoyo conduce a la competitividad. Identifica condiciones internas y externas a la cadena, en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector pecuario.	**Cercanía a asociaciones:** facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, una asociación de productores de caprinos. Grupo autónomo y voluntario de mujeres y hombres que aúnan sus esfuerzos para constituir una empresa de la que tienen la propiedad común, que se rige por reglas y gestión democráticas y que persigue, además de la rentabilidad, satisfacer sus necesidades y aspiraciones, sociales, y culturales (ANCO, 2020).
		Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA: facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, una oficina dependiente del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) que hace presencia y ejerce una cobertura de prestación de servicios, en donde los usuarios pueden realizar trámites como solicitar la Guía Sanitaria de Movilización Interna de Animales (GSMI), guía de transporte, registro de hierros, inscripción de fincas ganaderas, programa *Identifica*, así como información sobre ciclos de vacunación, trámites y requisitos que se deben cumplir para asegurar la sanidad animal y evitar la propagación de enfermedades de los caprinos.
		Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (Epsea): facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, una entidad prestadora de servicio de extensión agropecuaria (Epsea).
		Cercanía a Agrosavia: facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, un centro de Agrosavia, entidad cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Disponibilidad de mano de obra	Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural en edad de trabajar para la producción pecuaria en un municipio, teniendo en cuenta la evaluación de las magnitudes poblacionales por unidad espacial y las posibilidades de acceso a programas de formación académica formal, acorde con las necesidades de los productores caprinos.	**Densidad de la población rural en edad de trabajar:** número de personas rurales en edad de trabajar comparado con las necesidades técnicas de la producción de caprinos. El rango etario de 10 a 62 años responde a la disponibilidad de información por edades simples, buscando medir los habitantes que se consideran en capacidad de trabajar, según las series de población proyectadas por el DANE (2020). Dicho valor es contrastado con las dimensiones físicas del municipio para aproximarse a la densidad poblacional rural en fase productiva de los municipios.
		Oferta educativa técnica y tecnológica: nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel técnico y/o tecnológico oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria, que facilitan la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.
		Oferta educativa universitaria: nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel universitario oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria (Medicina Veterinaria, Zootecnia y Medicina Veterinaria y Zootecnia) que facilitan la formación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Dinámica del mercado de tierras	El mercado de tierras rurales se entiende como «el conjunto de transacciones o acuerdos libres de coerción, mediante las cuales se realiza el intercambio parcial o total sobre alguno o algunos de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios que no han sido objeto de exclusiones legales» (Art. 5, Resolución 128 de 2017 del MADR).	**Tamaño predial rural:** superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento medio de la producción actual y con la aproximación de las dimensiones consideradas óptimas para la productividad de la actividad.
		Avalúo catastral rural: determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2010).
		Arriendo rural: «el arrendamiento es un contrato en el que las dos partes se obligan recíprocamente, la una a conceder el goce de una cosa, o a ejecutar una obra o prestar un servicio, y la otra a pagar por este goce, obra o servicio un precio determinado. El precio puede consistir ya en dinero; ya en frutos naturales de la cosa arrendada; y en este segundo caso puede fijarse una cantidad determinada o una cuota de los frutos de cada cosecha, llamado renta cuando se paga periódicamente» (Art. 1973 de 1975 del Código Civil Colombiano).
		Tendencia a la formalidad: conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios, tanto públicos como privados, que proporciona seguridad jurídica a la propiedad, acorde con el principio constitucional del derecho a la propiedad privada.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Indicadores económicos	Muestra la focalización de incentivos tributarios y crediticios dados a las zonas más afectadas por el conflicto y a las que cuentan con áreas productivas en caprinos relativizados por importancia del sector pecuario y los resultados de la gestión y el desempeño público municipal.	**Créditos otorgados:** valor a precios de 2020 de los créditos otorgados desde 2015 a nivel municipal para el desarrollo y mejora de la producción caprina. Están direccionados a personas naturales o jurídicas para construir o mejorar los procesos de producción o comercialización, colocados en condiciones preferenciales por Finagro a través de la banca comercial con presencia en los territorios y que son utilizados para apalancar capital de trabajo y proyectos de inversión.
		Valor agregado pecuario municipal: aproximación al valor generado por actividades pecuarias en un municipio. Con el fin de ser utilizado en la zonificación de aptitud, se parte de la información suministrada de manera privilegiada y confidencial por el DANE a la UPRA, información que convencionalmente no es publicada en este nivel de desagregación, siguiendo el principio de razonabilidad en el detalle. Se busca medir indirectamente el nivel de actividad pecuaria del municipio de modo que pueda ser comparado con valores nominales de otros municipios para que su evaluación, clasificación y orden jerárquico sea nacional.
		Zonas zomac: estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado, las cuales están constituidas por 344 municipios que son considerados como los más golpeados por la violencia.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Seguridad ciudadana	Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).	**Abigeato:** el abigeato o cuatrerismo es el delito que consiste en el robo de animales de cría y es una conducta delictiva común del campo, por lo que después de grandes esfuerzos fue tipificado de manera específica en el código penal en los Artículos 243 y 243 A, a través de una reforma a la Ley 599 de 2000, realizada en 2018, facilitando así herramientas de protección al patrimonio de los productores ganaderos.
		Extorsiones rurales: consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídicos con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial y está definido en el código penal como «El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero».
		Secuestros rurales: detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).
		Homicidios rurales: la palabra homicidio deriva del vocablo latino *homicidĭum* y se refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término, por lo tanto, puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se puede definir como «Supresión por conducta del agente (agresor), de una vida humana (tipicidad), sin justificación jurídicamente atendible (antijuridicidad), en forma intencional o dolosa, o con culpa o preterintencional (culpabilidad)».

Criterio	Definición	Descripción de variables
Condiciones de vida	Mide el grado de privación de los hogares rurales, en un conjunto de dimensiones medidas a partir de indicadores a nivel municipal que permiten determinar la naturaleza de la privación y la intensidad y profundidad de esta. Esta aproximación permite observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria y enfocándose en los hogares rurales.	**Trabajo:** corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de trabajo informal y tasa de dependencia.
		Salud: corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de barreras de acceso a servicios de salud y de aseguramiento en salud.
		Condiciones de la niñez y juventud: corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil.
		Condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos: corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de hacinamiento crítico, pisos y paredes exteriores inadecuadas, inadecuada eliminación de excretas y sin acceso a fuentes de agua mejorada.
		Condiciones educativas del hogar: corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de analfabetismo y bajo logro educativo.

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

Para efectos de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, se tomaron como referencia las categorías de aptitud competitiva que la UPRA ha utilizado en los ejercicios de zonificación desarrollados hasta el año 2021, las cuales corresponden a: aptitud alta (A1), aptitud media (A2), aptitud baja (A3) y no apto (N1). Así mismo, se tienen en cuenta las categorías de exclusiones y condicionantes (tabla 23).

Tabla 23. Categorías de aptitud para la producción de caprina en pastoreo

Clase		Definición de la zona
Apto	Alta (A1)	Las mejores condiciones desde los puntos de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
	Media (A2)	Limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
	Baja (A3)	Fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
No apto (N1)		Restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad.
Exclusión legal (N2)		Por mandato legal no se permite el desarrollo de la actividad productiva.
Condicionante legal		Independientemente de la categoría de aptitud, se requiere de un análisis complementario de tipo social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de la actividad productiva.

Fuente: UPRA (2016).

3.3.1. Criterios y variables del componente físico

El componente físico tiene como marco de análisis el hábito de ramoneo y pastoreo de las cabras, por lo cual hace énfasis en la formulación de los requerimientos edafoclimáticos en agrupaciones de leguminosas arbóreas, arbustivas y herbáceas, así como de gramíneas forrajeras para su ramoneo y pastoreo respectivo.

Por su parte, la información requerida se obtuvo mediante la consulta del Sistema de Toma de Decisión para Selección de Especies Forrajeras (STDF) (Agrosavia, 2017) (Arce, Peña y Cárdenas, 2013) de la información para Colombia generada por Agrosavia (Corpoica, hasta mayo de 2018), el ICA y el CIAT, entre otros (CIAT, 2010), (Argel, 2006), (Bernal, 1994), (Lapointe y Miles, 1992), (CIAT, 1988), (ICA, 1976). Se inició con 105 especies forrajeras entre gramíneas y leguminosas, para construir rangos de aptitud específicos según la metodología de evaluación de tierras (FAO, 1976) y no de un pasto tipo; se optó por agrupar por características comunes, como requerimientos edafoclimáticos, morfología, hábitos de crecimiento y calidades nutricionales.

Mediante el análisis de los requerimientos de las especies evaluadas, se obtuvieron agrupaciones, que a su vez fueron ajustadas y validadas en talleres con grupos de expertos, conformando nueve grupos de leguminosas y otras especies y, ocho grupos de pastos gramíneas, llamados mejorados o introducidos.

A continuación, en la tabla 24 se presentan el resultado de las nueve agrupaciones de leguminosas y otras especies con un paquete tecnológico desarrollado, lo cual lo define como una alternativa forrajera productiva; se agrupan por sus requerimientos edafoclimáticos además de sus hábitos de crecimiento similares.

Tabla 24. Agrupaciones de leguminosas por similitud en requerimientos edafoclimáticos, características morfológicas y calidades nutricionales

Grupo 1		**Especies**
Hábito	Herbácea	Calopo (*Calopogonium mucunoides*)
Clima	Cálido y templado	Kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*)
Oxígeno	Bueno a mal drenaje	Estilosantes (*Stylosantes* spp.)
Nutrientes	Fertilidad baja a media	
Toxicidad	Tolera Al	
Grupo 2		**Especies**
Hábito	Herbácea	Centrocema (*Centrocema* spp)
Clima	Cálido y templado	Maní forrajero (*Arachis pintoi*)
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	Canavalia (*Canavalia ensiformis*)
Nutrientes	Fertilidad baja a media	
Toxicidad	Tolera Al	
Grupo 3		**Especies**
Hábito	Herbácea	
Clima	Cálido y templado, no tolera sequía	Frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum* y *Mucuna deeringiana*)
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	Siratro (*Macroptilium stropurpureum*)
Nutrientes	Fertilidad alta a media	
Toxicidad	No tolera Al	
Grupo 4		**Especies**
Hábito	Herbácea	
Clima	Cálido y templado, tolera sequía	Soya perenne (*Glycine wightii*)
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	Dolichos (*Dolichos lablab*)
Nutrientes	Fertilidad alta a media	
Toxicidad	No tolera Al	
Grupo 5		**Especies**
Hábito	Herbácea	
Clima	Frío y templado, tolera sequía	Trébol rojo (*Trifolium pratense*)
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	Trébol blanco (*Trifolium repens*)

Nutrientes	Fertilidad alta a media	Trébol pata de pájaro (*Lotus corniculatus*)
Toxicidad	-	Lupino (*Lupinus* spp.)
		Carretón cadillo (*Medicago hispidia*)
Grupo 6		**Especies**
Hábito	Herbácea	Alfalfa (*Medicago sativa*)
Clima	Frío y templado, no tolera sequía	
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	
Nutrientes	Fertilidad alta a media	
Toxicidad	-	
Grupo 7		**Especies**
Hábito	Arbustivo, arbóreo	Leucaena o acacia forrajera (*Leucaena* spp.)
Clima	Cálido y templado, tolera sequía	Saman (*Samanea saman*)
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	Matarratón (*Gliricidia sepium*)
Nutrientes	Fertilidad baja a alta	Guandul (*Cajanus cajan*)
Toxicidad	-	
Grupo 8		**Especie**
Hábito	Arbustivo, arboreo	
Clima	Cálido y templado, tolera sequía	Guásimo (*Guazuma ulmifolia*)
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	Ramio (*Boehmeria nivea*)
Nutrientes	Fertilidad alta a media	
Toxicidad	-	
Grupo 9		**Especie**
Hábito	Arbóreo, arbustivo	Sauco (*Sambucus nigra*) Acacia negra (*Acacia decurrens*)
Clima	Frío y templado, tolera sequía	
Oxígeno	Solo buen drenaje a imperfectos	
Nutrientes	Fertilidad alta a baja	
Toxicidad	-	

Fuente: Elaboración propia.

Agrupación de pastos gramíneas para el pastoreo:

Por su parte, se presentan las ocho agrupaciones de gramíneas forrajeras para pastoreo, que son la base de una pradera.

1. Grupo 1. Pastos de crecimiento principalmente en macollas, adaptados a clima frío, de moderada a alta fertilidad de suelos, resistentes a heladas, moderadamente resistentes al encharcamiento y exigentes en prácticas de manejo, con las mejores características nutritivas dentro de las gramíneas (totales de nutrientes digestibles, proteína cruda, fibra detergente neutro, energía digerible y metabolizable, minerales, entre otros). Está compuesto por los raigrases (*Lolium multiflorum, L. hybridum, L. perenne*), festuca (*Festuca arudianacea),* falsa poa (*Holcus lanatus*) y azul orchoro (*Dactylis glomerata*) (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

a. Grupo 2. Pastos de alta adaptabilidad en clima frío, de hábitos de crecimiento estolonífero y rizomatoso, resistentes a la sequía, pero susceptibles a las heladas; se adaptan a variedades de suelos y presentan de alta a media calidad nutricional según el manejo. Este grupo solo lo compone el pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

b. Grupo 3. Pastos de clima cálido, de crecimiento semierecto, adaptados a condiciones de moderada a alta fertilidad de suelos, de drenaje bueno a moderado, de calidad nutricional moderada. Lo componen el ángleton (*Dichantium aristatum*) y el climacuna (*D. anulatum*) (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

2. Grupo 4. Pastos de clima medio a cálido, de crecimientos estolonífero y rizomatoso, crecen en variedades de suelos, principalmente con fertilidades moderadas y altas; toleran condiciones de alcalinidad y presentan moderada calidad nutricional. Este grupo lo comprenden las estrellas del género *Cynodon*, compuestas por la estrella o tumbaviejos (*Cynodon nlemfuensis*), la estrella africana o tumbaviejos (*C. plectostachyus*), el argentina o bermuda (*C. dactylon*) y el hibrido tiftón 85 (*Cynodon* spp.) (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

c. Grupo 5. Pastos de clima cálido, de suelos exclusivamente con drenaje pobre a muy pobre e inundables, lo componen el pará o admirable (*Brachiaria mutica*), la braquipará (*B. plantaginea*), el tanner o urare (*B. arrecta*) y el alemán (*Echinochloa polystachya*) (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

d. Grupo 6. Pastos de clima cálido, de suelos de alta a moderada fertilidad con buen drenaje, de crecimiento en macolla y de raíces muy profundas, tolerantes al sombrío, propios de sistemas silvopastoriles. Corresponden a las guineas, como la guinea pajarita, la mombasa y la tanzania (*Megathyrsus maximus*), y el hibrido massai (*M. hibrido*) (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

3. Grupo 7. Pastos adaptados a condiciones de suelos ácidos y de suelos bien drenados, de calidades nutricionales bajas a moderadas; corresponde a las brachiarias, compuesto por la brachiaria común y la basilisk (*Brachiaria decumbens*), la libertad, piata, marandú y toledo (*B. brizantha*), la ruzi (*B. ruziziensis*), el mulato I y mulato II (*Brachiaria* hibrido) y el cultivar llanero de *B. humidícola* o mal llamada *B. dyctioneura*; es la agrupación más heterogénea en sus requerimientos y morfología (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

e. Grupo 8. Pastos de clima cálido compuesto únicamente por el pasto humidícola o pasto dulce *(Brachiaria humidicola*), de crecimiento estolonífero, ampliamente adaptado a variedades de suelos, soporta altas saturaciones de aluminio, baja fertilidad, encharcamientos y drenaje pobre; es el pasto de menor calidad nutricional, pero ofrece una oferta forrajera donde difícilmente otros pastos pueden adaptarse (Agrosavia, 2017) (CIAT, 2010) (Bernal, 1994) (ICA, 1976).

A continuación, en la tabla 25 se presenta el resumen de las agrupaciones de pastos.

Tabla 25. Agrupaciones de pasturas por similitud en requerimientos edafoclimáticos, características morfológicas y calidades nutricionales

Grupo	Principales características	Nombre común	Nombre científico
G1	Clima frío con importantes exigencias tecnológicas	Raygrass anual	*Lolium multiflorum*
		Raygrass híbrido	*Lolium hybridum*
		Raygrass perenne	*Lolium perenne*
		Festuca	*Festuca arudianacea*
		Falsa poa	*Holcus lanatus*
		Azul orchoro	*Dactylis glomerata*
G2	Clima frío con baja exigencia tecnológica y alta adaptabilidad	Kikuyo	*Cenchrus clandestinus*
G3	Climas cálidos de suelos fértiles	Ángleton	*Dichantium aristatum*
		Climacuna	*Dichantium anulatum*
G4	Climas cálido y templado, de suelos fértiles a moderadamente fértiles	Estrella, tumbaviejos	*Cynodon nlemfuensis*
		Estrella africana, tumbaviejos	*Cynodon plectostachyus*
		Argentina, bermuda	*Cynodon dactylon*
		Híbrido tifton 85	*Cynodon* spp.
G5	Clima cálido, con drenaje limitado e inundables	Pará, admirable	*Brachiaria mutica*
		Braquipará	*Brachiaria plantaginea*
		Tanner, urare	*Brachiaria arrecta*
		Alemán	*Echinochloa polystachya*
G6	Clima cálido con suelos de alta fertilidad, de crecimiento en macolla y de raíces muy profundas tolerantes al sombrío, propio de sistemas silvopastoriles	Guinea, mombasa, tanzania	*Megathyrsus maximus*
		Híbrido *massai*	*Megathyrsus hibrido*

G7	Clima cálido con suelos ácidos y buen drenaje	Brachiaria común, basilisk	*Brachiaria decumbens*
		La libertad, piata, marandú, toledo	*Brachiaria brizantha*
		Ruzi	*Brachiaria ruziziensis*
		Mulato I, mulato II	*Brachiaria híbrido*
		Cultivar llanero o *Brachiaria dyctioneura*	*Brachiaria humidícola*
G8	Alta adaptabilidad a suelos ácidos con altas saturaciones de aluminio y diferentes condiciones de drenajes	Humidícola, pasto dulce	*Brachiaria humidícola*

Fuente: Elaboración propia.

Es de anotar que otras especies de pastos fueron analizados, como el caso del gordura (*Melinis minutiflora*), el puntero o yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) y el carimagua (*Andropogon gayanus*), adaptados a suelos ácidos y de buen drenaje, utilizados inicialmente en los Llanos Orientales, pero reemplazados por las brachiarias; otro es el pangola (*Digitaria eriantha*), adaptado a clima cálido y templado, sin embargo, es poco frecuente; de igual forma sucede con el buffel (*Cenchrus ciliaris*), el cual se adapta a los climas cálido y templado y a suelos salinos.

Con base en los requerimientos de las anteriores agrupaciones, se construyeron los rangos de las variables y criterios, unificando cada uno por agrupación y finalmente a un criterio integrado para la producción de gramíneas forrajeras para pastoreo, mediante un proceso de análisis jerárquico multicriterio.

En la tabla 26 se presenta la calificación de las variables físicas para la zonificación de aptitud.

Tabla 26. Rangos de aptitud del componente físico para la zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Disponibilidad de nutrientes	Acidez	pH	1(raigrases)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
			2 (kikuyo)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
			3 (ángleton y climacuna)	6,0-7,5	5,5-5,9 y 7,6-7,8	<5,5 y >7,8	-
			4 (estrellas)	6,0-7,5	5,5-5,9 y 7,6-7,8	<5,5 y >7,8	-
			5 (admirable, alemán y braquipará)	6,0-7,3	5,5-5,9 y 7,4-8,4	<5,5 y >8,4	-
			6 (guineas)	5,8-7,3	5,0-5,7 y 7,4-7,8	<5,0 y >7,8	-
			7 (brachiarias)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
			8 (humidícola)	4,8-5,5	3,8-4,7 y 5,6-7,3	<3,8 y >7,3	-
			Grupo 1 (calopo)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
			Grupo 2 (centrocema)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
			Grupo 3 (frijol terciopelo)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
			Grupo 4 (soya perenne)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
			Grupo 5 (trébol rojo)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
			Grupo 6 (alfalfa)	6,0-7,3	5,0-5,9 y 7,4-8,0	<5,0 y >8,0	-
			Grupo 7 (leucaena)	6,0-7,3	5,0-5,9 y 7,4-8,0	<5,0 y >8,0	-
			Grupo 8 (guásimo)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
			Grupo 9 (sauco)	5,0-6,0	4,5-4,9 y 6,1-7,8	<4,5 y >7,8	-

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Disponibilidad de nutrientes	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	cmol/kg de suelo	1(raigrases)	>20	10-20	<10	-
			2 (kikuyo)	>20	10-20	<10	
			3 (ángleton y climacuna)	>20	15-20	<15	
			4 (estrellas)	>20	15-20	<15	
			5 (admirable, alemán y braquipará)	>20	10-20	<10	
			6 (guineas)	>20	10-20	<10	
			7 (brachiarias)	>15	5-15	<5	
			8 (humidícola)	>10	5-10	<5	
			1 (calopo)	>15	5-15	<5	-
			2 (centrocema)	>15	5-15	<5	
			3 (frijol terciopelo)	>20	10-20	<10	
			4 (soya perenne)	>20	10-20	<10	
			5 (trébol rojo)	>20	10-20	<10	
			6 (alfalfa)	>20	10-20	<10	
			7 (leucaena)	>15	5-15	<5	
			8 (guásimo)	>20	10-20	<10	
			9 (sauco)	>15	5-15	<5	
	Saturación de bases	Porcentaje (%)	1(raigrases)	>35	10-35	<10	-
			2 (kikuyo)	>35	10-35	<10	-
			3 (ángleton y climacuna)	>70	50-70	<50	-
			4 (estrellas)	>70	50-70	<50	-
			5 (admirable, alemán y braquipará)	>50	35-50	<35	-
			6 (guineas)	>50	35-50	<35	-
			7 (brachiarias)	>35	10-35	<10	-
			8 (humidícola)	>10	5-10	<5	-
			1 (calopo)	>35	10-35	<10	-
			2 (centrocema)	>35	10-35	<10	
			3 (frijol terciopelo)	>50	35-50	<35	
			4 (soya perenne)	>50	35-50	<35	
			5 (trébol rojo)	>50	35-50	<35	
			6 (alfalfa)	>50	35-50	<35	
			7 (leucaena)	>35	10-35	<10	

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Disponibilidad de nutrientes			8 (guásimo)	>50	35-50	<35	
			9 (sauco)	>35	10-35	<10	
	Carbono orgánico	Porcentaje (%)	1(raigrases)	>4,0-≤10; (andisoles >4,0-≤15)	≥2,7-≤4,0; >10; (andisoles >15)	<2,7; histosoles	-
			2 (kikuyo)	>2,7-≤10; (andisoles >2,7-≤15)	≥1,3-≤2,7; >10; (andisoles >15)	<1,3; histosoles	-
			3 (ángleton y climacuna)	>1,2-≤10	≥0,5-≤1,2; >10	<0,5; histosoles	-
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				
			1 (calopo)	0,5-10,0; andisoles ≤15	0,2-0,5 y >10,0; andisoles >15	<0,2	Andisoles
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)	2,6-10,0; andisoles ≤15	1,3-2,6 y >10,0; andisoles >15	<1,3	
			6 (alfalfa)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Disponibilidad de nutrientes			7 (leucaena)	0,5-10,0; andisoles ≤15	0,2-0,5 y >10,0;	<0,2	
					andisoles >15		
			8 (guásimo)	0,5-10,0; andisoles ≤15	0,2-0,5 y >10,0; andisoles >15	<0,2	
			9 (sauco)	2,6-10,0;	1,3-2,6 y >10,0; andisoles >15	<1,3	
				andisoles ≤15			
Toxicidad por sales y/o sodio y aluminio	Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	1(raigrases)	≤30	30-60	>60	-
			2 (kikuyo)	<60	60-90	>90	
			3 (ángleton y climacuna)	<15	15-30	30-60	>60
			4 (estrellas)	<15	15-30	>30	-
			5 (admirable, alemán y braquipará)	<15	15-30	>30	-
			6 (guineas)	<15	15-30	>30	-
			7 (brachiarias)	<60	60-90	>90	-
			8 (humidícola)	<90	>90	-	-
			1 (calopo)	≤30	30-60	>60	-
			2 (centrocema)	≤30	30-60	>60	-
			3 (frijol terciopelo)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
			4 (soya perenne)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
			5 (trébol rojo)	≤30	30-60	>60	-
			6 (alfalfa)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			7 (leucaena)	≤30	30-60	>60	-
			8 (guásimo)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
			9 (sauco)	≤30	30-60	>60	-
	Salinidad o sodicidad	Conductividad eléctrica CE (dS/m)	1 (raigrases)	≤5,6	>5,6-10,8	>10,8	-
			2 (kikuyo)	≤6	6-10	>10	-
			3 (ángleton y climacuna)	≤4	4-8	>8	-
			4 (estrellas)	≤4	4-8	>8	-
			5 (admirable, alemán y braquipará)	≤7	7-13	>13	-
			6 (guineas)	≤6,9	6,9-13	>13	-
			7 (brachiarias)	≤4	4-8	>8	-
			8 (humidícola)	≤4	4-8	>8	-
			1 (calopo)	≤4	4-8	>8	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				
		PSI (%)	1 (raigrases)	No sódico (≤15)	-	Sódico (>15)	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)				
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			1 (calopo)	No sódico (≤15)	-	-	Sódico, salino sódico (>15) En blanco
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				
Disponibili-dad de oxígeno	Drenaje natural	Clases de drenaje natural	1 (raigrases)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	Pobre	Muy pobre
			2 (kikuyo)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	Pobre	Muy pobre
			3 (ángleton y climacuna)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	Pobre	Muy pobre
			4 (estrellas)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	Pobre	Muy pobre
			5 (admirable, alemán y braquipará)	Pobre	Muy pobre	Imper-fecto, moderado	Bueno, excesi-vo
			6 (guineas)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	-	Pobre, muy pobre
			7 (brachiarias)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	-	Pobre, muy pobre
			8 (humidícola)	Bueno, moderado	Imperfecto, excesivo	Pobre, muy pobre	
			1 (calopo)	Bueno	Moderado, excesivo, moderadamente excesivo	Imper-fecto	Muy pobre, pobre
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Susceptibilidad a inundaciones	Fase cartográfica de inundación	1 (raigrases)	No hay/ raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
			2 (kikuyo)	No hay/ raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
			3 (ángleton y climacuna)	No hay/ raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
			4 (estrellas)	No hay/ raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
			5 (admirable, alemán y braquipará)	Frecuentes	Raras/ ocasionales	Muy frecuentes/ no hay	-
			6 (guineas)	No hay	Raras	Ocasionales	Frecuentes/muy frecuentes
			7 (brachiarias)	No hay	Raras	Ocasionales	Frecuentes/muy frecuentes
			8 (humidícola)	No hay, raras, ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes	-
			1 (calopo)	No hay	Cortas	Largas	Muy largas (en blanco)
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad del suelo	Clases de regímenes de humedad	1 (raigrases)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
			2 (kikuyo)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
			3 (ángleton y climacuna)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
			4 (estrellas)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
			5 (admirable, alemán y braquipará)	Ácuico	Údico (Integrados Ácuico Údico)	Integrados Ácuico Ústico	Ústico, arídico
			6 (guineas)	Údico	Ústico	-	Arídico, ácuico, perácuico
			7 (brachiarias)	Údico	Ústico	-	Arídico, ácuico, perácuico
			8 (humidícola)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
			1 (calopo)	Údico, perúdico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico. Sin calificación (en blanco)
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Textura	Clases texturales	1 (raigrases)	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	FA, FL, L	A, AF	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)				
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				
			1 (calopo)	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F, FL	FA, L	A, AF	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Condiciones climáticas	Temperatura media anual	Grados centígrados (°C)	1 (raigrases)	12-15	15-18; 10- 12	6-10	<6->18
			2 (kikuyo)	12-15	15-18; 10-12	8-10	<8->18
			3 (ángleton y climacuna)	>24	22-24	20-22	<20
			4 (estrellas)	>24	18-24	16-18	<16
			5 (admirable, alemán y braquipará)	>24	20-24	17-20	<17
			6 (guineas)	>24	20-24	18-20	<18
			7 (brachiarias)	>26	20-26	18-20	<18
			8 (humidícola)	>24	20-24	17-20	<17
			Grupo 1(calopo)	>24	20-24	18-20	<18
			Grupo 2 (centrocema)	>24	20-24	18-20	<18
			Grupo 3 (frijol terciopelo)	>24	20-24	18-20	<18
			Grupo 4 (soya perenne)	>24	20-24	18-20	<18
			Grupo 5 (trébol rojo)	18-24	12-18	10-12	<10 y >24
			Grupo 6 (alfalfa)	12-18	18-24	10-12 y 24-28	<10 y >28
			Grupo 7 (leucaena)	>24	20-24	18-20	<18
			Grupo 8 (guásimo)	>24	24-20	18-20	<18
			Grupo 9 (sauco)	12-18	18-24	10-12 y 24-28	<10 y >28
	Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)	Adimensio-nal	1 (raigrases)	>0,85	0,70-0,85	0,40- 0,70	<0,40
			2 (kikuyo)	>0,85	0,70-0,85	0,40- 0,70	<0,40
			3 (ángleton y climacuna)	>0,85	0,70-0,85	0,40- 0,70	<0,40
			4 (estrellas)	>0,85	0,70-0,85	0,40- 0,70	<0,40
			5 (admirable, alemán y braquipará)	>0,85	0,70-0,85	0,40- 0,70	<0,40
			6 (guineas)	>0,85	0,70-0,85	0,4 - 0,70	<0,40
			7 (brachiarias)	>0,85	0,70-0,85	0,4 - 0,70	<0,40
			8 (humidícola)	>0,85	0,70-0,85	0,40- 0,70	<0,40

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			Grupo 1(calopo)	>0,80	0,70-0,80	0,50- 0,70	<0,50
			Grupo 2 (centrocema)	>0,80	0,70-0,80	0,40- 0,70	<0,40
			Grupo 3 (frijol terciopelo)	>0,85	0,70-0,85	0,50- 0,70	<0,50
			Grupo 4 (soya perenne)	>0,7	0,60-0,70	0,40-0,60	<0,40
			Grupo 5 (trébol rojo)	>0,85	0,60-0,85	0,40- 0,60	<0,40
			Grupo 6 (alfalfa)	>0,85	0,70-0,85	0,50-0,70	<0,50
			Grupo 7 (leucaena)	>0,75	0,60-0,75	0,40-0,60	<0,40
			Grupo 8 (guásimo)	>0,75	0,60-0,75	0,40-0,60	<0,40
			Grupo 9 (sauco)	>0,70	0,60-0,70	0,40-0,60	<0,40
	Brillo solar medio diario anual	Horas sol/día	1 (raigrases)	>3	2-3	<2	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)	>4	3-4	<3	
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			Grupo 1(calopo)	>4	3-4	<3	-
			Grupo 2 (centrocema)				
			Grupo 3 (frijol terciopelo)				
			Grupo 4 (soya perenne)				
			Grupo 5 (trébol rojo)				
			Grupo 6 (alfalfa)				
			Grupo 7 (leucaena)				
			Grupo 8 (guásimo)				
			Grupo 9 (sauco)				
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	Centímetro (cm)	1 (raigrases)	>50	25-50	<25	-
			2 (kikuyo)	>50	25-50	<25	-
			3 (ángleton y climacuna)	>50	25-50	<25	-
			4 (estrellas)	>50	25-50	<25	-
			5 (admirable, alemán y braquipará)	>25	-	<25	-
			6 (guineas)	>50	25-50	<25	-
			7 (brachiarias)	>50	25-50	<25	-
			8 (humidícola)	>25	-	<25	-

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			1 (calopo)	>50	25-50	<25	Lithic, Petro-ferric, Petro-calcic, Petro-gypsic (conso-ciacio-nes)
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				
	Pedregosidad	Fase cartográfica	1 (raigrases)	Sin fase de pedrego-sidad	-	Con fase de pedre-gosidad	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)				
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				
			1 (calopo)	Sin fase de pedrego-sidad	-	Con fase de pedre-gosidad	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)		Con fase de pedregosidad	-	
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Textura	Clases texturales	1 (raigrases)	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (Finas)	A, AF, Ar (Muy finas)	-	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)				
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				
			1 (calopo)	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (Finas)	A, AF	Ar	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				
Capacidad de laboreo y pastoreo	Pendiente	Porcentaje (%)	1 (raigrases)	≤7	>7-≤12	>12-≤25	>25
			2 (kikuyo)	≤12	>12-≤25	>25-≤75	>75
			3 (ángleton y climacuna)	≤12	>12-≤ 25	>25-≤75	>75
			4 (estrellas)	≤12	>12-≤ 25	>25-≤75	>75
			5 (admirable, alemán y braquipará)	≤3	>3-≤7	>7-≤50	>50
			6 (guineas)	≤12	>12-≤25	>25-≤75	>75
			7 (brachiarias)	≤7	>7-≤25	>25-≤75	>75
			8 (humidícola)	≤12	>12-≤25	>25-≤75	>75
			1 (calopo)	≤25	>25-≤50	>50	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			7 (leucaena)	≤50	>50-≤75	>75	-
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				
	Pedregosidad	Fase cartográfica	1 (raigrases)	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)				
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				
			1 (calopo)	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)		Con fase de pedregosidad	-	
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				

Criterio	Variables	Unidad de medida	Grupo de gramíneas o leguminosa	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Textura	Clases texturales	1 (raigrases)	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (Finas)	A, AF, Ar (Muy finas)	-	-
			2 (kikuyo)				
			3 (ángleton y climacuna)				
			4 (estrellas)				
			5 (admirable, alemán y braquipará)				
			6 (guineas)				
			7 (brachiarias)				
			8 (humidícola)				
			1 (calopo)	F, FL, FA, FArA, FArL, FAr, ArA, ArL, L, AF, Ar	A, Ar (Vertisoles)	-	-
			2 (centrocema)				
			3 (frijol terciopelo)				
			4 (soya perenne)				
			5 (trébol rojo)				
			6 (alfalfa)				
			7 (leucaena)				
			8 (guásimo)				
			9 (sauco)				
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Fases por grados de erosión, degradación de suelos por erosión, pendiente, amenaza por movimientos en masa	Adimensional, producto de combinación de clases por fases por erosión, degradación de suelos por erosión, pendiente y amenaza por movimientos en masa	Todas	Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo, que imposibilitan el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Desde el componente socioecosistémico, en el criterio de cambio de cobertura, donde se unieron los mapas de las tres agrupaciones de pastos (grupos 1 y 2, grupos 3, 4, 7 y los grupos 5 y 8), se identificaron áreas de exclusión técnica (N1), las cuales fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

a. **Coberturas que no son parte de la frontera agrícola nacional:** se toman como primer referente de exclusión todas aquellas coberturas que no son parte de la frontera agrícola (Resolución MADR 261 de 2018), las cuales se relacionan a continuación (tabla 27).

Tabla 27. Coberturas excluidas de la frontera agrícola nacional

1.1.1. Tejido urbano continuo	1.4.1.6. Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.4.2.1. Áreas culturales	3.2.1.1.2.3. Arracachal
1.2.1.1. Zonas industriales	1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
1.2.1.2. Zonas comerciales	1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.1. Zonas arenosas naturales
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.1. Playas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.1. Otras explotaciones mineras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.1.3. Campos de dunas

1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.3. Bosque fragmentado	4.1.1. Zonas pantanosas
1.3.1.4. Explotación de oro	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.2. Turberas
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.2.1. Pantanos costeros
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.5.1. Plantación de coníferas	4.2.2. Salitral
1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.3.2.4. Relleno sanitario	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	5.1.1. Ríos
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	5.2.1. Lagunas costeras
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	5.2.3. Estanques para acuicultura marina
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	

Fuente: UPRA (2018).

b. Coberturas incompatibles con el TUT: además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y biomas coberturas que, por sus características, son incompatibles con la producción de caprinos en pastoreo, las cuales se enlistan a continuación (tabla 28).

Tabla 28. Coberturas incompatibles con el TUT

Coberturas
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses
5.1.4.2. Lagunas de oxidación
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

Fuente: UPRA (2018).

c. **Bosques naturales 2010:** la capa de bosques naturales del año 2010 se obtuvo del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (escala fina Landsat) del Ideam (2015). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el *Acuerdo de París* por parte de Colombia y a la *Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques*. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efectos Invernadero (GEI), a partir del cual se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. En este mismo año también se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación.

A continuación, se presentan los rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia (tabla 29).



Tabla 29. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Sanidad animal	Susceptibilidad a enfermedades podales	Adimensional	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad media	Susceptibilidad alta	No aplica
	Susceptibilidad a parásitos gastrointestinales	Adimensional	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad media	Susceptibilidad alta	No aplica
	Susceptibilidad a brucelosis	Adimensional	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad media	Susceptibilidad alta	No aplica
	Susceptibilidad a rabia de origen silvestre	Adimensional	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad media	Susceptibilidad alta	No aplica
Confort animal	Temperatura	Grados centígrados (°C)	12-24	10-<12/ >24-28	<10->28	No aplica
	Humedad relativa	Porcentaje (%)	≤80	>80-≤85	>85	No aplica
	Condiciones de sombrío	Coberturas	Zonas donde las coberturas naturales generan mayor sombrío	Zonas donde las coberturas naturales generan sombrío moderado	Zonas donde las coberturas naturales generan menor sombrío	No aplica
	Clasificación bioclimática	Adimensional	Zonas donde el clima y los pisos térmicos brindan condiciones óptimas para el desarrollo del animal	Zonas donde el clima y los pisos térmicos brindan moderadas condiciones para el desarrollo del animal	Zonas donde el clima y los pisos térmicos restringen el desarrollo del animal	-

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Alternativas forrajeras para la producción caprina	Gramíneas nativas	Valores normalizados del número de especies de gramíneas con mayor potencial forrajero en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos	Áreas reportadas con uso conocido y frecuente de pastos nativos como forraje (>5 especies)	Áreas en las cuales el uso de pastos nativos como forrajes es conocido, pero es poco frecuente su uso en actividades agropecuarias (3 a 5 especies)	Áreas en las cuales existen las gramíneas naturales con potencial forrajero, pero no se conoce su uso ni utilización como tales (<3 especies)	No aplica
	Potencial de ramoneo y forraje	Valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero y de ramoneo en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos	Áreas que comparten la distribución de 10 o más especies	Áreas que comparten la distribución de 5 a 10 especies	Áreas en las cuales se distribuyen menos de 5 especies	No aplica

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Estatus ecológico de las pasturas	Vigor	Valores normalizados de la productividad primaria neta (t/ha/año)	Áreas con pasturas de alta productividad >41,2	Áreas con pasturas de productividad moderada 36,7-41,2	Áreas con pasturas de baja productividad <36,7	No aplica
	Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Categorías de amenaza total	Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal Amenaza total muy baja y baja	Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal Amenaza total moderada	Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total alta y muy alta	No aplica
	Potencial de invasibilidad	Valores normalizados de la probabilidad de invasibilidad	Áreas cuyas condiciones biofísicas no facilitan la invasibilidad <0,5	Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan en grado moderado la invasibilidad >0,5-<0,9	Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan la invasibilidad >0,9	No aplica

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Apropiación y acceso al agua	Apropiación de agua	Millones de m^3	Uso consuntivo del agua			
			0,2-0,7	0,7-1,05	>1,05	-
			Demanda hídrica			
			<797	797-2808	>2808	-
	Acceso al agua	Adimensional	Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son altos y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es baja (>2,4)	Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son moderados y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es media (1,6-2,4)	Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son bajos y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es alta (<1,6)	No aplica

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Integridad ecológica	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	Categoría de costo-distancia acumulada	Conectividad baja >17.500	Conectividad media 0-17.500	Conectividad alta 0	No aplica
	Índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)	Proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	INAT muy baja, baja y moderada 0-50	INAT alta 50-75	INAT muy alta 75-100	No aplica
	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Adimensional, requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en Aicas y APC; riqueza potencial de especies migratorias	2,27-3,0	1,6-2,27	<1,6	No aplica

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Cambio de cobertura	Cambio cobertura de la tierra	Categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para la producción de carne caprina en pastoreo	Zonas de alta favorabilidad para la producción caprina en pastoreo, donde predominan las áreas de pastos (limpios, enmalezados y arbolados), cultivos dedicados a la producción industrial como caña, algodón, palma y zonas quemadas (adaptado de Ideam, 2015). Las zonas A1 corresponden a aquellas áreas que por su productividad y cobertura actual cumplen con las condiciones idóneas para el establecimiento de actividades agropecuarias, sin que el cambio de cobertura la resienta ambientalmente.	Zonas de moderada favorabilidad para la producción caprina, donde predominan mosaicos de cultivos, mosaicos de pastos con espacios naturales, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, café, plátano y banano. Una zona A2 cumple con las condiciones necesarias para el desarrollo de la actividad ganadera; no obstante, sus condiciones de favorabilidad son menores a las de una zona A1, ya que un cambio de cobertura puede afectar la producción de alimentos básicos y generar un impacto moderado sobres las condiciones naturales de la misma.	Zonas con favorabilidad baja para la producción caprina en pastoreo, donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes arbóreos, arbustivos o herbáceos, dedicados a la producción de alimentos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para la actividad ganadera (herbazales densos de tierra firme). Aunque cumplen con algunas condiciones para el desarrollo de esta actividad productiva, es necesario considerar que son zonas importantes para la producción de alimentos o poseen características ambientales relevantes; por lo tanto, un cambio de cobertura puede llegar a tener un impacto considerable sobre las condiciones naturales y productivas de la zona.	Zonas no favorables para producción caprina en pastoreo: están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, las superficies de agua y los territorios artificializados. La categoría de aptitud N1 identifica principalmente aquellas áreas que, por sus características naturales deben ser protegidas, por lo que deben mantener su cobertura actual; por lo tanto, no puede desarrollarse la actividad ganadera. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de bosque/ no bosque de 2015 del Ideam.

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Variación del contenido estimado de carbono	Balance de carbono en la biomasa	Toneladas de CO^2 equivalente (t/CO^2 eq).	El balance neto es mayor al almacenamiento de CO^2 eq. >22.000	El balance neto no representa diferencia significativa en el almacenamiento de CO^2 eq. 14.000-22.000	El balance neto es bastante menor al almacenamiento de CO^2 eq. <14.000	-

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico

En el componente socioeconómico, la aptitud se distribuyó en las tres categorías: alta (A1), media (A2) y baja (A3). No se presentaron no aptos (N1). En la siguiente tabla se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico (tabla 30).



Tabla 30. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia

Criterio	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura y logística	Inventario caprino	Predios	Predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con 1250 animales o más.	Predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con menos de 1250 y hasta 35 animales.	Resto
	Cercanía a centros de concentración	Número de animales/tiempo de desplazamiento (hora)	40 caprinos a 1 hora	15-40 caprinos a 1 hora	Resto
	Cercanía a plantas procesadoras	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1	1-2	>2
	Cercanía a plantas de beneficio	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1	1-2	>2
	Conectividad terrestre	Predios	Predio y colindante a rutas que transportan más de 180 caprinos (incluye línea de la vía), *buffer* de 1 km	Predio y colindante a rutas que transportan menos de 180 caprinos (incluye línea de la vía), *buffer* 1 km	Resto del país
	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1/2	1/2-2	>2
	Energía eléctrica rural	Favorabilidad en el acceso	Municipios >2,3	Municipios 1,7-2,3	Municipios <1,7

Criterio	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a asociaciones	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1	1-2	>2
	Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1/2	1/2-1	>1
	Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (Epsea)	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1/2	1/2-2	>2
	Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1/2	1/2-2	>2
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2	>16,2	8,4-16,2	<8,4
	Oferta educativa técnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento	<1	1-2	>2
	Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento	<1	1-2	>2

Criterio	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial	Predios	>20 ha y <50 ha	1-20 ha	<1 ha y >50 ha
	Avalúo catastral rural	Pesos/ha	<5 millones	5-15 millones	>15 millones predios en propiedad horizontal (pH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos
	Arriendo rural	Pesos/ha	<300.000	300.000-1.000.000	>1.000.000
	Tendencia a la formalidad	Predios	Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente
Indicadores económicos	Créditos otorgados	Millones de pesos	>75	<75	Sin créditos
	Valor agregado pecuario municipal	Miles de millones de pesos	>92,5	22,2-92,5	<22,2
	Desempeño municipal	Indicador MDM	≥55 puntos	45-55 puntos	<45 puntos
	Zonas zomac	Municipios	Municipios declarados zomac	Resto	-

Criterio	Variables		Unidad de medida	Categorías de aptitud		
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Seguridad ciudadana	Abigeato		Tasa de abigeato por cada 1000 cabezas de ganado	Sin ocurrencia del delito	≤1,471	>1,471
	Extorsiones rurales		Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,1852	>0,1852
	Secuestros rurales		Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,0564	>0,0564
	Homicidios rurales		Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,5652	>0,5652
Condiciones de vida	Trabajo	Trabajo informal	Porcentaje de hogares con privaciones (%)	85,3	92,6	94,7
		Tasa de dependencia		30,3	45,3	69,1
	Salud	Barreras de acceso a servicios	Porcentaje de hogares con privaciones (%)	3,3	13,5	6,6
		Sin aseguramiento en salud		12,7	13,4	33,0

Criterio	Variables		Unidad de medida	Categorías de aptitud		
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
	Condiciones de la niñez y la juventud	Barreras de acceso al cuidado	Porcentaje de hogares con privaciones (%)	1,7	3,3	13,0
		Trabajo infantil		1,7	3,2	3,5
		Inasistencia escolar		4,2	8,0	16,4
		Rezago escolar		15,7	26,3	42,5
	Condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos	Hacinamiento crítico	Porcentaje de hogares con privaciones (%)	6,7	9,0	16,7
		Inadecuada eliminación de excretas		16,3	41,0	46,3
		Inadecuado material de paredes exteriores		2,8	3,0	8,8
		Inadecuado material de pisos		13,7	14,7	58,3
		Sin acceso a fuentes de agua mejorada		22,7	67,4	51,2
	Condiciones educativas del hogar	Analfabetismo	Porcentaje de hogares con privaciones (%)	12,2	18,5	33,7
		Bajo logro educativo		59,8	81,6	82,9

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales

En esta fase de la metodología se identificó la normatividad que regula la realización de actividades productivas agropecuarias, en este caso en particular para la producción de caprinos en pastoreo, ya sea de forma excluyente o condicionante. Los lineamientos corresponden a las directrices o reglas que orientan o excluyen un uso determinado del territorio rural, lo que implica, en este caso, restricciones legales o condicionantes para el uso. El carácter excluyente se refiere a aquellas áreas sobre las cuales está prohibida la realización de proyectos productivos, mientras que los condicionantes legales se refieren a impedimentos directamente relacionados con la normatividad que limita el uso del suelo por interés ambiental, cultural y social.

Los condicionantes legales agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social cuyo soporte implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo, requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades allí establecidas. Es decir, las áreas bajo condicionantes podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro de solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas (territorios indígenas y afrocolombianos) o de aclaración de determinantes legales que puedan ser incluidos en la evaluación.

Desde los puntos de vista socioecosistémico y socioeconómico, en las áreas definidas por su importancia biológica, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana. Igualmente, se aplica este principio dado el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y la conservación de la biodiversidad, así como se considera la preexistencia de comunidades humanas que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural han de respetarse para no ponerse en riesgo.

La tabla 31 presenta las exclusiones legales y la figura 30 su respectivo mapa; la tabla 32 y la figura 31 presentan los condicionantes legales definidos para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia.

Tabla 31. Exclusiones legales

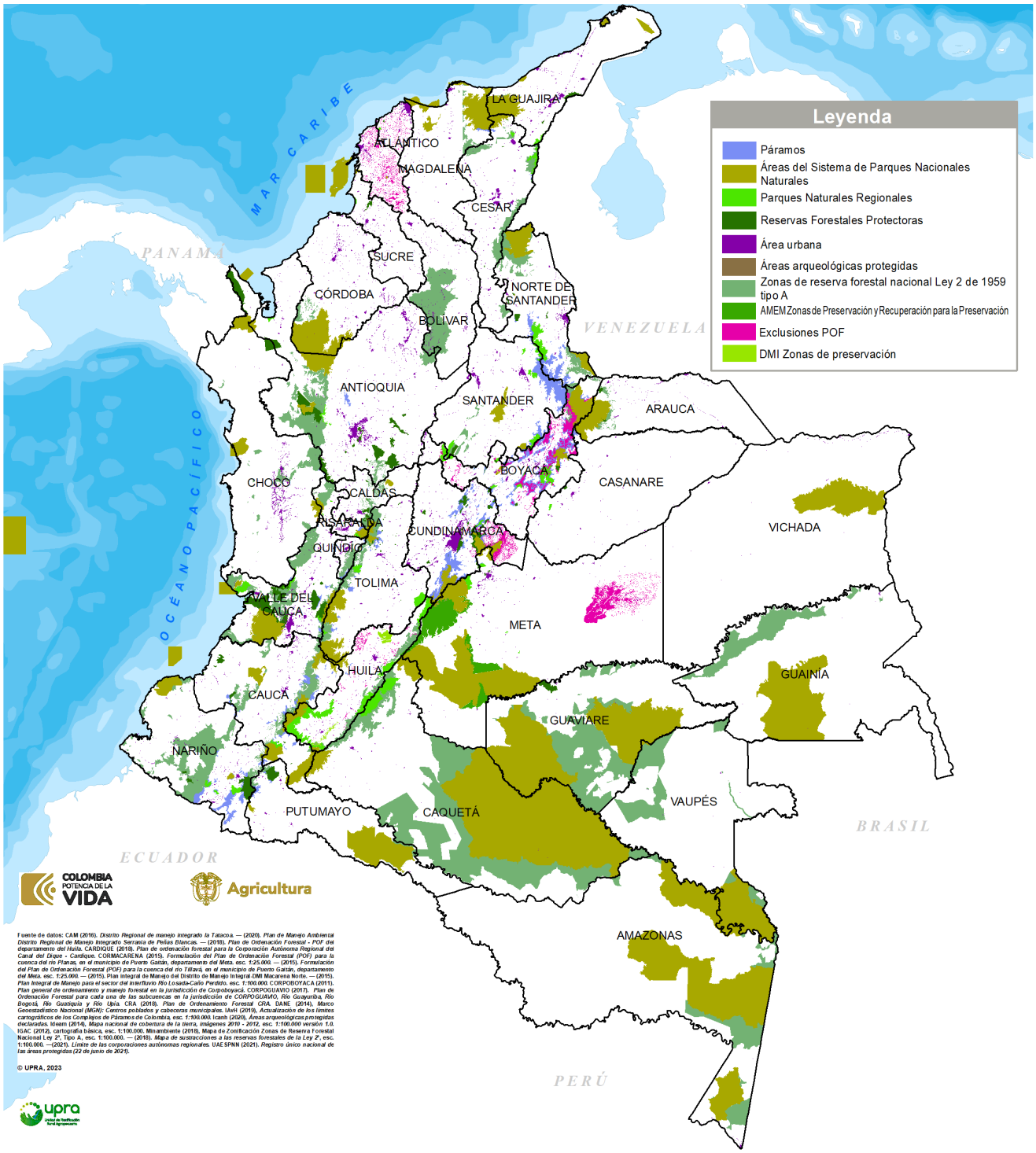
Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos	**Páramos:** el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; así mismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente». La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental. En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, Artículo 202, parágrafo 1). La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no solo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho de que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia. De acuerdo con la Resolución No. 886 de 2018 del MADS, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 en estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del MADR, a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.
Áreas protegidas	**Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales:** forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y están integradas por los tipos de áreas consagrados en el Artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el Artículo 30 del Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Variable	Áreas de exclusión
Áreas protegidas	**Parques naturales regionales:** de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera como un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
	Reservas forestales protectoras: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como espacios geográficos en los que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.
	Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: según el Decreto 1989 de 1989, «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los distritos de manejo integrado (DMI) que son parte del AMEM: las zonas identificadas como exclusiones son: a) recuperación para la preservación sur, b) recuperación para la preservación norte, c) vertiente oriental y d) Serranía de La Lindosa. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: Distrito de manejo integrado (DMI) Macarena norte: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación. • Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración. Distrito de manejo integrado (DMI) Losada perdido: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
Áreas urbanas	Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018), por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas.
Parques arqueológicos	Los parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). Ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2019).

Variable	Áreas de exclusión
Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2 de 1959, tipo A	Las zonas de reserva forestal nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonía. La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las tipo A, son «las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica». El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las reservas forestales nacionales, mediante las siguientes resoluciones: a. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2 de 1959. b. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959. c. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2 de 1959. d. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. e. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959. f. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959. g. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2 de 1959. h. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.
Planes de ordenación forestal	corresponden a los polígonos identificados con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras; las áreas para la preservación; las áreas forestales de protección para la preservación y restauración; las áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico; y las macrounidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua. Por su parte, la restauración ecológica de rondas y para la conservación se relacionan con los planes de ordenación forestal (POF) de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena(CAM); la Corporación Autónoma Regional del canal del Dique (Cardique); la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena) para la cuenca del río Planas y la cuenca del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta; la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyaca); la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio); y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 30. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo



EXCLUSIONES LEGALES

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Condicionantes legales

Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	**Distritos de manejo integrado (DMI):** de conformidad con el Artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. **Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM:** según el Decreto 1989 de 1989 «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»; entre su zonificación se definen las zonas a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur. Se consideran condicionantes: Distrito de manejo integrado (DMI) Macarena norte: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible). DMI Losada-perdido: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.
	Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015, define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.
	Áreas de recreación: conforme al Artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.
	Reservas naturales de la sociedad civil: según el Artículo 1 del Decreto 1996 de 1999, corresponde a la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales.

Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	**Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente:** por medio de las Resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades, con fundamento en dichos estudios.
Ecosistemas estratégicos	**Rondas hídricas:** el Artículo 3 del Decreto 1449 de 1977, «por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del Artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto-Ley 2811 de 1974», compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales tienen la obligación de mantener en cobertura boscosa, dentro del inmueble respectivo, las áreas forestales protectoras, entendiéndose por estas, entre otras, «una faja no inferior a 30 metros de ancha, paralela a las líneas de marea máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua». La ronda, de conformidad con el Artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MADS). El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974 establece una regulación en términos de propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el Artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en el Artículo 4 señala que las rondas hidráulicas forman parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, en tanto son áreas de especial importancia ecosistémica. **Manglares:** se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle, con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del MADS). Para su conservación, el MADS desarrolló el «Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar», en el año 2002. En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución 1602 de 1995 de MADS).

Condicionante	Descripción
Ecosistemas estratégicos	**Humedales:** ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presentes en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en el Artículo 2, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.
	Bosque seco tropical: son parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas las sequías son pronunciadas (baja humedad atmosférica) y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con escasez de nutrientes en el suelo. Estas zonas están sufriendo una rápida pérdida, fragmentación y degradación de sus ecosistemas, por lo que el MADS desarrolló el «Plan de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía (PAN) 2005», a través del cual se buscan adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, así como la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.
Distinciones internacionales	Agrupa aquellos lugares que, por factores de orden ecológico, motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo, requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. Las áreas son definidas por su importancia biológica y en concordancia con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad. En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales: **Convenio Ramsar:** este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Unesco, 1994). Respecto al convenio Ramsar, es importante resaltar que la Ley 1450 de 2011 menciona en el parágrafo 1 del Artículo 2002, que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con sustento en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el MADS, o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades, no obstante las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

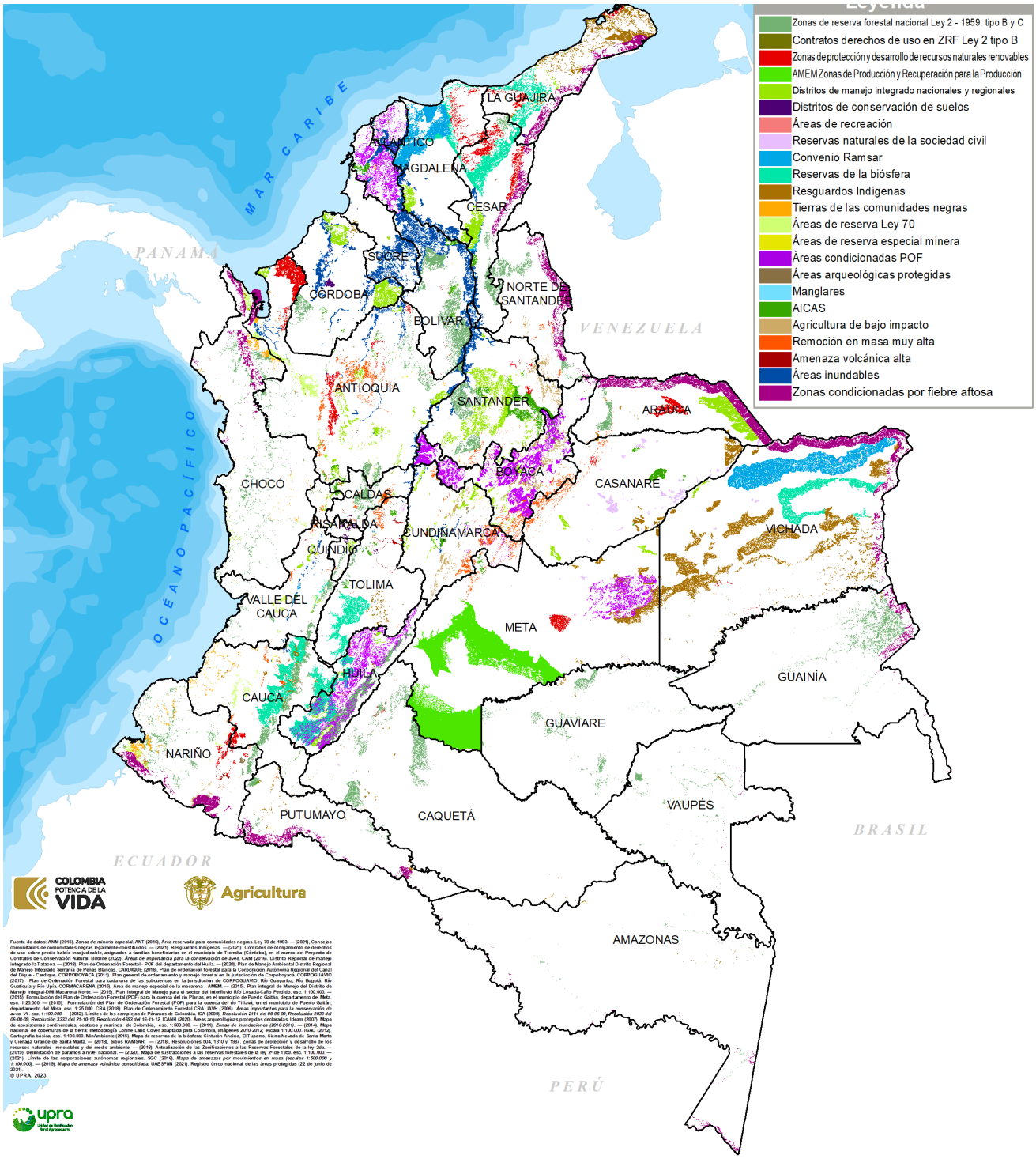
Condicionante	Descripción
Distinciones internacionales	**Reservas de la biósfera:** áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. En Colombia existen: el Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta y Seaflower.
	Áreas de importancia para la conservación de las aves y la biodiversidad (Aicas): son áreas identificadas como sitios críticos para la conservación de aves y biodiversidad potencialmente vulnerable. La identificación de estas áreas es una iniciativa global liderada por BirdLife Internacional, una federación que agrupa instituciones ornitológicas del mundo entero. En Colombia, este programa comenzó en el 2001 y actualmente es coordinado por la Asociación Calidris, con el apoyo del Instituto Humboldt. Los criterios técnicos para la identificación de un AICA se basan en la presencia de aves prioritarias para la conservación, por lo que se tienen en cuenta especies globalmente amenazadas (criterio A1), especies de distribución restringida (criterio A2), conjunto de especies restringidas a biomas (criterio A3) y congregaciones de especies (criterio A4).
Áreas de interés cultural y social	**Tierras de las comunidades negras:** son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De conformidad con el Artículo 5 de la Ley 70 de 1993, «Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad formará un Consejo Comunitario como forma de administración interna, cuyos requisitos determinará el reglamento que expida el Gobierno nacional».
	Áreas de reserva Ley 70 de 1993: son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción como propiedad colectiva; esto con el fin de proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizar que obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana.
	Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos con objeto de fomentar la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente, los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994). En las zonas de reserva campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción.

Condicionante	Descripción
Áreas de interés cultural y social	**Resguardos indígenas:** los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de este y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Decreto 2164 de 1995, Ministerio de Agricultura). Tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. El condicionante se fundamenta en lo establecido por la Constitución Política de Colombia (Artículos 63 y 329), la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989.
	Paisaje cultural cafetero: área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución 2079 de 2011, Mincultura).
	Áreas arqueológicas protegidas: es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas requiere una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (ICANH,2019). Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el ICANH, en donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.
	Áreas de reserva especial minera (ARE): son áreas declaradas por la Agencia Nacional de Minería (ANM) en favor de una comunidad minera, en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, artículo 31, modificado por el artículo 147 del Decreto 019 de 2012).
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C	**Zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2 de 1959, tipos B y C:** las zonas de reserva forestal nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonía.
	Zonas tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal Central).
	Zonas tipo C: zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la reserva forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central).

Condicionante	Descripción
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C	**Sustracciones de las reservas forestales de la Ley 2 de 1959:** según el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción; por este motivo, las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.
Zonas de importancia para fiebre aftosa	Agrupa las zonas de alta vigilancia (ZAV) que comprenden las franjas del territorio a nivel de las fronteras de aproximadamente 15 km de ancho, medidas desde el límite fronterizo hacia el interior del país. Se fundamenta en las siguientes resoluciones: • Resolución 2141 de 2009 • Resolución 3333 de 2010 • Resolución 4693 de 2012
Gestión del riesgo	De acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se define en el artículo 3 que la gestión del riesgo corresponde al "proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, para impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible". **Amenaza por remoción en masa:** comprende el desplazamiento ladera abajo, de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material (UPRA, 2018). Esta amenaza es definida como un peligro latente relacionado con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente (Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos – CEELAT, sf.). **Amenaza volcánica:** de acuerdo con UPRA (2018) comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no considera la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán e incide en el arrasamiento y destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria. **Áreas inundables:** se definen como el desbordamiento del agua fuera de los limites normales de un río o cualquier cuerpo de agua y/o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM 385 2012). De acuerdo con IDEAM (2017) la inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos debido a aportes inusuales y/o repentinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 31. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud caprina (C*apra hircus*) en pastoreo



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis multicriterio

Método diseñado para alcanzar un objetivo específico mediante la valoración, de manera estructurada, de varios criterios. Un criterio es la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. En el ámbito de la zonificación, el análisis multicriterio se empleó en la definición de opciones estratégicas de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico, a fin de identificar los sitios más adecuados para el establecimiento y producción de caprinos en pastoreo.

Los criterios pueden ser de dos tipos: factores (que definen los niveles de aptitud) o restricciones (de carácter técnico, normativo o técnico-normativo). Un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para el sector productivo en consideración y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman et al., 1995).

3.5.1. Proceso analítico jerárquico (AHP)

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más usadas es el proceso analítico jerárquico (AHP), desarrollado por el matemático Thomas Saaty; consiste en formalizar la compresión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico. El propósito de este método es permitir que los agentes decisores (expertos consultados) puedan estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo jerárquico.

El AHP se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativas y permite, mediante la realización de una matriz de doble entrada (de comparación pareada), generar la calificación del grado de incidencia que un criterio tiene sobre otros, comparándolos por pares. Así mismo, mediante la generación de los vectores propios de estas relaciones, estima el grado de consistencia de las calificaciones como un valor de significancia estadística y a su vez genera el valor de la ponderación para poder realizar la suma lineal ponderada en la siguiente fase de análisis. Una vez construido el modelo jerárquico, se realizan comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios), se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas y se entrega una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales.

El fundamento del proceso de Saaty se basa en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logra medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones, se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el autor de la metodología (tabla 33).

Tabla 33. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico

Escala de valoración de la importancia de un criterio x sobre un criterio								
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual en importancia	Más importante			

Fuente: UPRA (2015).

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se realiza la comparación por pares de criterios para calificar cada uno de acuerdo con su importancia relativa respecto a otro; esto se desarrolla para todos los criterios definidos en el análisis mediante un taller donde se califican por pares los criterios, usando una escala de importancia.

La tabla 34 es una matriz de comparaciones pareadas de *n* criterios; *a* es la medida de la preferencia del criterio de la columna *j*. Cuando *i* = *j*, el valor de a_{ij} fue igual a 1, pues compara el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia a_{ij} automáticamente es el valor recíproco de a_{ij}, es decir, $1/a_{ij}$.

Tabla 34. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio

A =

	Criterio 1	**Criterio 2**	**...**	**Criterio n**
Criterio 1	1	a_{12}	...	a_{1n}
Criterio 2	$1/a_{12}$	1	...	a_{2n}
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Criterio n	$1/a_{1n}$	$1/a_{2n}$	.	1

Fuente: UPRA (2015).

Partiendo de la matriz de comparaciones obtenida para la producción de cabras (*Capra hircus*) en pastoreo, se calculan las ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística utilizando el software PriEsT (*priority estimation tool*) (Siraj et al., 2013).

La entrada de datos en esta herramienta es la matriz de comparación de pares de criterios, la cual se normaliza por columna (se divide el valor de cada casilla de la matriz entre el total de la sumatoria de la columna a la cual pertenece dicho valor). A partir de la matriz normalizada, se obtiene el vector de prioridad asociado, que representa los pesos de cada uno de los criterios considerados.

De esta manera, se tiene que el vector de prioridades de cada criterio vinculado a la zonificación de aptitud se define de la siguiente manera:

$$(P_1*criterio_1)+(P_2*criterio_2)+...+(P_n*criterio_n)$$

donde:

n = número de criterios

Pi= grado de incidencia que un criterio tiene sobre los otros

La tabla 35 presenta la matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico (físico-socioecosistémico) para la zonificación de aptitud caprina en Colombia y en la tabla 36 se muestra la matriz de evaluación multicriterio socioeconómica. En las dos matrices se presentan los pesos relativos de cada criterio que resultan del análisis a través del *software* PriEsT.



Tabla 35. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia

CRITERIO	Sanidad animal	Confort animal	Alternativas forrajeras para la producción caprina	Disponibilidad de nutrientes	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Disponibilidad de oxígeno	Disponibilidad de humedad	Estatus ecológico de las pasturas	Condiciones climáticas	Apropiación y acceso al agua	Condiciones de enraizamiento	Capacidad de laboreo y pastoreo	Integridad ecológica	Cambio de cobertura	Variación del contenido estimado de carbono	Susceptibilidad a pérdida de suelos	Pesos (%)
Sanidad animal	1																18,2
Confort animal	1/3	1															14,6
Alternativas forrajeras para la producción caprina	1/3	1/3	1														12,7
Disponibilidad de nutrientes	1/3	1/3	1/3	1													11,1
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1/3	1/3	1/3	1/3	1												8,7
Disponibilidad de oxígeno	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1											6,8
Disponibilidad de humedad	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1										5,7
Estatus ecológico de las pasturas	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1									5,0
Condiciones climáticas	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1								3,9
Apropiación y acceso al agua	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1							3,4
Condiciones de enraizamiento	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1						2,7
Capacidad de laboreo y pastoreo	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1					2,3
Integridad ecológica	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1				1,5
Cambio de cobertura	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1			1,3
Variación del contenido estimado de carbono	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1		1,1
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	1/9	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1	1,0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia

CRITERIO	Infraestructura y logística	Asociatividad e institucionalidad	Disponibilidad de mano de obra	Dinámica del mercado de tierras	Indicadores económicos	Seguridad ciudadana	Condiciones de vida	Pesos (%)
Infraestructura y logística	1							47,2
Asociatividad e institucionalidad	1/7	1						27,1
Disponibilidad de mano de obra	1/9	1/9	1					9,8
Dinámica del mercado de tierras	1/9	1/9	1	1				8,7
Indicadores económicos	1/9	1/9	1/7	1/5	1			3,5
Seguridad ciudadana	1/9	1/9	1/9	1/7	1/3	1		2,2
Condiciones de vida	1/9	1/9	1/9	1/7	1/5	1/3	1	1,5

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 37 muestra la matriz de paso mediante la cual se cruzan los criterios físico-socioecosistémicos (biofísicos) y los criterios socioeconómicos para la generación del mapa integrado de la zonificación de aptitud caprina, escala 1:100.000, en Colombia.

Tabla 37. Matriz de paso para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia

Componente	Socioeconómico			
Biofísico	Aptitud	A1	A2	A3
	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

Fuente: UPRA (2018).

Se combinó la información de los criterios considerados en la zonificación realizando una suma lineal ponderada; a los criterios se les aplicaron los pesos calculados para cada uno y se obtuvieron los mapas preliminares de zonificación de aptitud caprina en Colombia, que fueron validados con expertos.

donde:

$$S = \sum W_i * X_i$$

S = mapa con categorías de aptitud

W_i = peso del criterio i

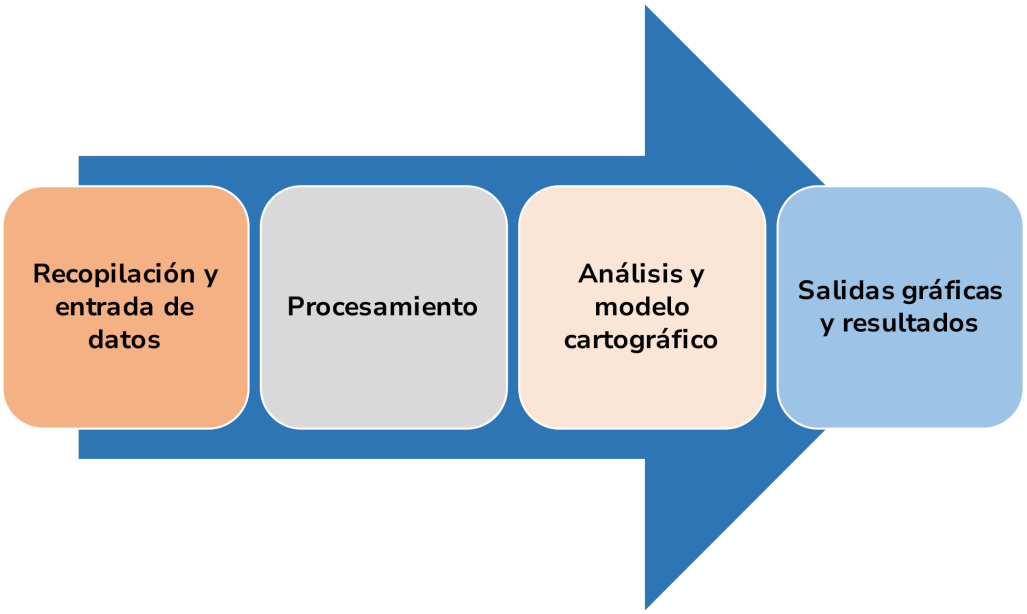
X_i = valor del criterio i (valores 1, 2 o 3, correspondientes a la categoría de aptitud).

3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico

El análisis espacial es una herramienta ampliamente utilizada por la mayoría de las ciencias porque permite una aproximación cuantitativa para detectar, mostrar y explicar los patrones espaciales más importantes que se encuentran en un grupo de datos localizados en el espacio, con el objeto de lograr un fin determinado. Una parte importante de esta fase son las técnicas o herramientas de análisis espacial, que incluyen un amplio conjunto de operadores o algoritmos que se ejecutan sobre una o varias capas de información (generalmente ráster), con el propósito de producir una nueva capa de salida.

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase incluyó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia. Los pasos usados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la figura 32.

Figura 32. Proceso de análisis de información para la obtención del mapa de zonificación



Fuente: UPRA (2015).

Recopilación de información: consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) usada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con la cadena productiva. Algunas de las entidades consultadas se presentan en la tabla 38.

Tabla 38. Información recopilada en las entidades del Estado como insumo para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia

Entidad	Tema
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	• Normatividad vigente para las enfermedades de control oficial en rumiantes. • Información oficial de focos de rabia de origen silvestre en el territorio nacional. • Inventarios oficiales de la especie por departamento y municipio. • Registro oficial de predios certificados para ovinos/caprinos en buenas prácticas ganaderas para caprinos. • Movilización de caprinos con destino a predio, concentración ganaderas y plantas de beneficio basada en las guías sanitarias de movilización animal. • Seccionales y puntos de servicio al ganadero del ICA, discriminada por vereda, municipio, departamento. • Lugares autorizados para la expedición de las guías de movilización y su localización a nivel de vereda, municipio y departamento. • Predios registrados ante el ICA a nivel nacional discriminados por vereda, municipio y departamento.
Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (Finagro)	Tablas con valores de los incentivos de capitalización rural (ICR) (2015-2017).
Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)	Matrices de desagregación por subsectores económicos del valor agregado municipal, calculado a partir de las Cuentas Nacionales Departamentales, y utilizadas para la categorización de los municipios desde 2011 hasta 2015 (participación sectorial por municipio).
Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima)	Localización discriminada por vereda, municipio y departamento de plantas de sacrificio.
Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia)	Estudios de pastos para Colombia.
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)	Factores de emisión departamentales para metano entérico; trabajo adelantado por el grupo de Gases de Efecto Invernadero (GEI) nacional.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)	Mapa actualizado de correlación de suelos de Colombia a escala 1:100.000. Información actualizada para los departamentos de Arauca, Casanare, Cesar y Huila. Información geográfica que comprende la delimitación del Sistema de Espacios Sagrados de la Línea Negra.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)	Actualización de la capa geográfica de humedales de interés internacional.
Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH)	Información sobre actualizaciones estadísticas y cartográficas de áreas de protección cultural y social de parques arqueológicos, según el Decreto 833 de 2002. Información geográfica que comprende puntos en donde se ha registrado material arqueológico en Colombia hasta el año 2018.
Agencia Nacional de Tierras (ANT)	Información geográfica que comprende la delimitación de las áreas que cuentan con resoluciones de protección provisional de la posesión del territorio ancestral y/o tradicional en el marco del Decreto 2333 de 2014.
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; secretaria técnica de la cadena ovino caprina	Información consignada en las bases de datos de productores, asociaciones y secretarías técnicas regionales.

Fuente: Elaboración propia.

- Procesamiento de la información: abarcó una serie de procedimientos encaminados a disponer de la información en la forma adecuada para su análisis. Una de las operaciones más comunes utilizadas fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, los cuales se emplearon para la estandarización o reescalamiento de las variables, criterios y lineamientos definidos en cada componente para su espacialización dentro del modelo cartográfico definido para la zonificación.

- Análisis de la información: consistió en la generación y evaluación de las salidas gráficas de cada criterio de acuerdo con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indican la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). Cuando los criterios no estuvieron conformados por variables continuas, el análisis se realizó mediante algunas estadísticas de la variable, asignando directamente la calificación de la categoría de aptitud.

- Esta etapa del proceso también abarcó el modelo cartográfico, el cual es una forma de representación de los procesos espaciales involucrados para la zonificación. El modelo tuvo como insumos de entrada los mapas de variable y criterio generados por cada componente, la integración de estas capas ponderando su valor de acuerdo con los resultados de los análisis multicriterio y la integración de las exclusiones legales y condicionantes. Uno de los procedimientos de mayor uso en esta fase fue el álgebra de mapas, una serie de procedimientos que, operando sobre una o varias capas en información en este caso, genera mapas de cada

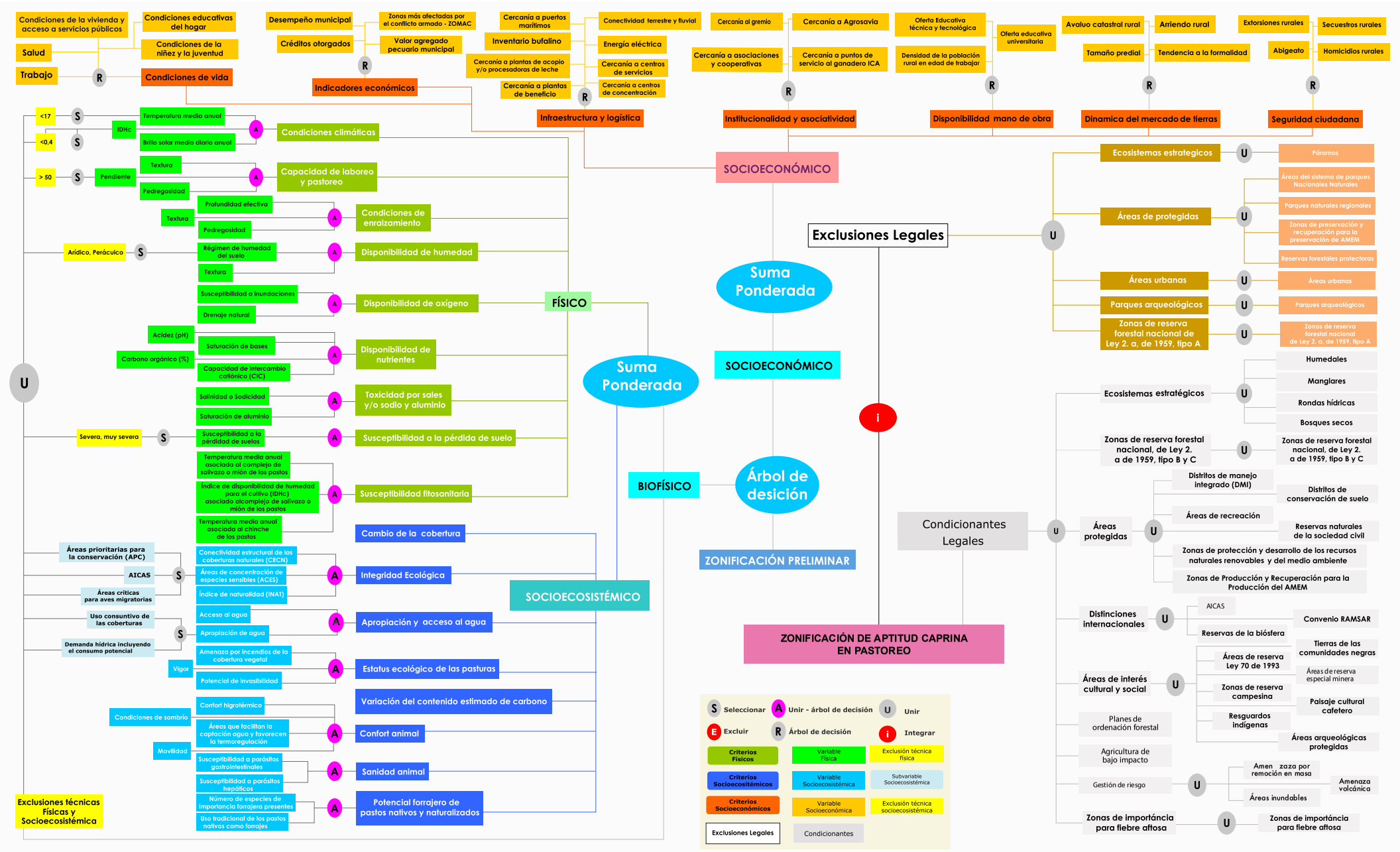
criterio que permiten obtener información derivada cuyo resultado es el mapa de zonificación de aptitud.

- Salidas gráficas y resultados: se refiere a la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para la producción de caprinos. Estas salidas fueron sustentadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

La figura 33 presenta el modelo cartográfico integral de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia, escala 1:100.000.



Figura 33. Modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia



Fuente: Elaboración propia.

3.7. Proceso de socialización y validación de la zonificación

El proceso de validación de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia se llevó a cabo desde su inicio, y en cada una de sus etapas, de manera conjunta con el gremio: Federación Nacional de Capricultores y Ovinocultores de Colombia (Fedeanco), productores y la secretaría técnica de la cadena ovino caprina de Colombia, buscando la participación de cada uno de los actores de la cadena productiva. Para esto se utilizó la estrategia que se presenta en la figura 34, con la cual se logró la retroalimentación de productores, técnicos, instituciones, comercializadores y entes territoriales, entre otros, en las distintas zonas productivas del país y en aquellas que tienen potencial para serlo, obteniendo un producto acorde con la realidad sectorial del territorio nacional.

Figura 34. Estrategias de socialización y validación en la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia



Fuente: Elaboración propia.

3.7.1. Reconocimiento de sistemas de producción caprina

Como parte del proceso de socialización, y en consideración a la interdisciplinariedad del grupo de trabajo y al impedimento para visitar sistemas productivos dada la contingencia por la pandemia, el experto temático realizó una presentación al gremio representado por Fedeanco y productores con el fin de reconocer y contextualizar los objetivos de cada componente (físico, socioecosistémico, socioeconómico), para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en Colombia.

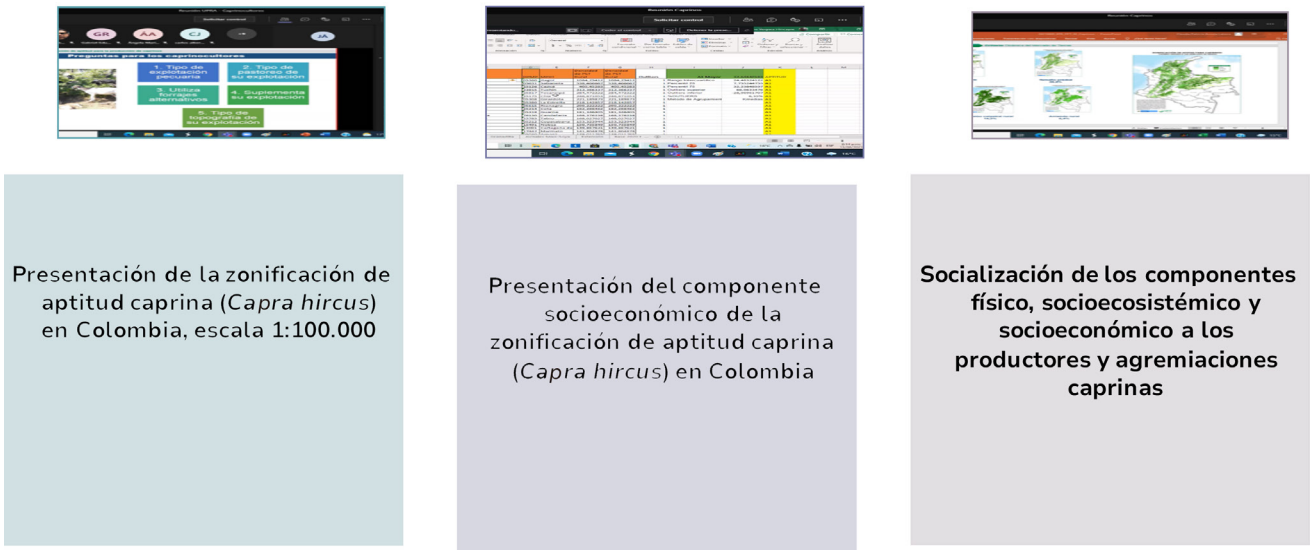
3.7.2 Reuniones de trabajo con el gremio

Con el objetivo de presentar la metodología, discutir los criterios, variables y rangos de aptitud, así como evaluar los diferentes mapas generados durante el desarrollo del ejercicio, se adelantaron diferentes jornadas de socialización del proyecto de zonificación de aptitud de caprinos en pastoreo con representantes de las asociaciones y productores del país.

Posteriormente, una vez obtenidos los mapas y estadísticas, estos resultados fueron socializados en reunión virtual realizada el

20 de abril de 2022 con representantes de la cadena ovino-caprina y productores a nivel nacional. Como producto de esta actividad, se identificó información relevante que permitió mejorar el trabajo desarrollado por la UPRA (figura 35).

Figura 35. Socialización virtual de la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia



Fuente: Elaboración propia.

3.7.3 Validación de la zonificación

Con el fin de validar la cartografía de la zonificación de aptitud caprina en Colombia, se realizaron cuatro recorridos por tres importantes regiones del país, en los cuales se visitaron distintos predios, logrando no solamente observar a los animales en pastoreo, sino también efectuar retroalimentación con productores y comercializadores, lo que permitió obtener un resultado acorde con la realidad sectorial del territorio nacional. Este proceso de validación se realizó a finales del mes de noviembre de 2021, una vez terminado el estudio de zonificación, debido a la contingencia presentada por la pandemia del Covid-19 (figuras 36, 37, 38 y 39).

Figura 36. Ovinos y caprinos en pastoreo. San Juan del Cesar (La Guajira), corregimiento La Junta, finca San Mateo



Fuente: UPRA (2021).

Figura 37. Socialización de los objetivos de la visita a líder indígena. Ranchería Itakat, Albania (La Guajira)



Fuente: UPRA (2021).

Figura 38. Corral para el descanso de los caprinos. Ranchería Mashamana Maicao (La Guajira)



Fuente: UPRA (2021).

Figura 39. Caprinos en corral. La Paz (Cesar), vereda Los Deseos, Aprisco, La Mellita



Fuente: UPRA (2021).

4. Resultados



4. Resultados

El mapa de zonificación de aptitud para la zonificación de aptitud caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, escala 1:100.000, mostró que en Colombia se disponen de 30.196.439 ha aptas para el desarrollo de la actividad, lo que equivale al 26,5 % del territorio nacional. De las áreas aptas, el 7,6 % (8.687.380 ha) corresponde a aptitud alta (A1); el 5,4 % (6.103.328 ha), a aptitud media (A2) y 13,5 % (15.405.731 ha), a aptitud baja (A3). Las zonas no aptas (N1) representan 56.598.246 ha, en tanto que las exclusiones legales llegan a 27.280.286 ha (tabla 39 y figura 40).

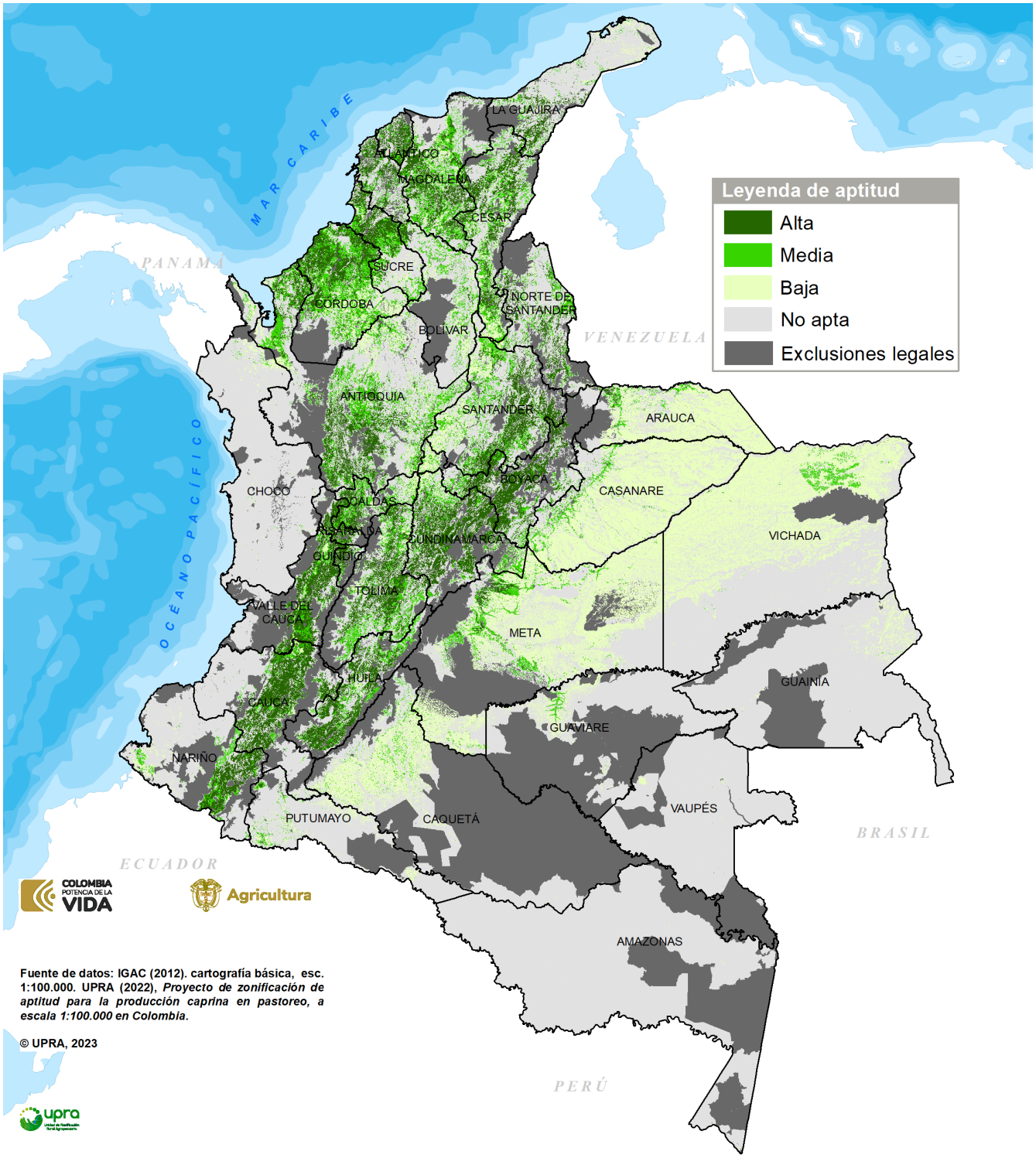
Tabla 39. Áreas según categorías de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000

Categoría	Aptitud	Área (ha)	Participación (%)	Frontera agrícola* (%)
A1	Alta	8.687.380	7,6	22,1
A2	Media	6.103.328	5,4	15,5
A3	Baja	15.405.731	13,5	39,2
Total área apta		30.196.439	26,5	76,9
N1	No apto técnico	56.598.246	49,6	
N2	Exclusiones legales	27.280.286	23,9	
Total territorio nacional		114.074.971	100	

*Frontera agrícola nacional: 39.239.481 ha

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Mapa de zonificación de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000



Zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los departamentos con las mayores áreas con aptitud alta (A1) son Antioquia (873.741 ha), Cundinamarca (831.714 ha), Cauca (760.156 ha), Santander (629.581 ha) y Tolima (593.065 ha) para la zonificación de aptitud caprina en Colombia. Estos cinco departamentos participan con el 42,5 % de la aptitud alta (A1), equivalentes a 3.688.257 ha (tabla 40 y figura 41).

Los departamentos con mayores áreas en aptitud media (A2) son Antioquia (836.973 ha), Córdoba (629.009 ha), Magdalena (431.268 ha), Santander (403.694 ha) y Meta (393.537 ha). Estos cinco departamentos suman 2.694.481 ha y representan el 44,1 % del área de dicha aptitud en el país (tabla 41).

Los departamentos que cuentan con la mayor superficie con aptitud baja (A3) son Vichada (4.066.305 ha), Meta (3.058.005 ha), Casanare (2.862.707 ha), Arauca (1.339.657 ha) y Caquetá (1.084.909 ha). Estos cinco departamentos representan 12.411.583 ha, equivalentes al 80,5 % de la aptitud baja (A3) (tabla 41).

Los departamentos que presentan las mayores áreas con aptitud para la producción caprina en pastoreo en Colombia son Vichada (4.224.644 ha), Meta (3.551.387 ha), Casanare (3.057.070 ha), Antioquia (2.151.101 ha) y Córdoba (1.454.460 ha). Estos cinco departamentos participan con el 47,8 % de las zonas aptas en el país, equivalente a 14.438.662 ha (tabla 40).

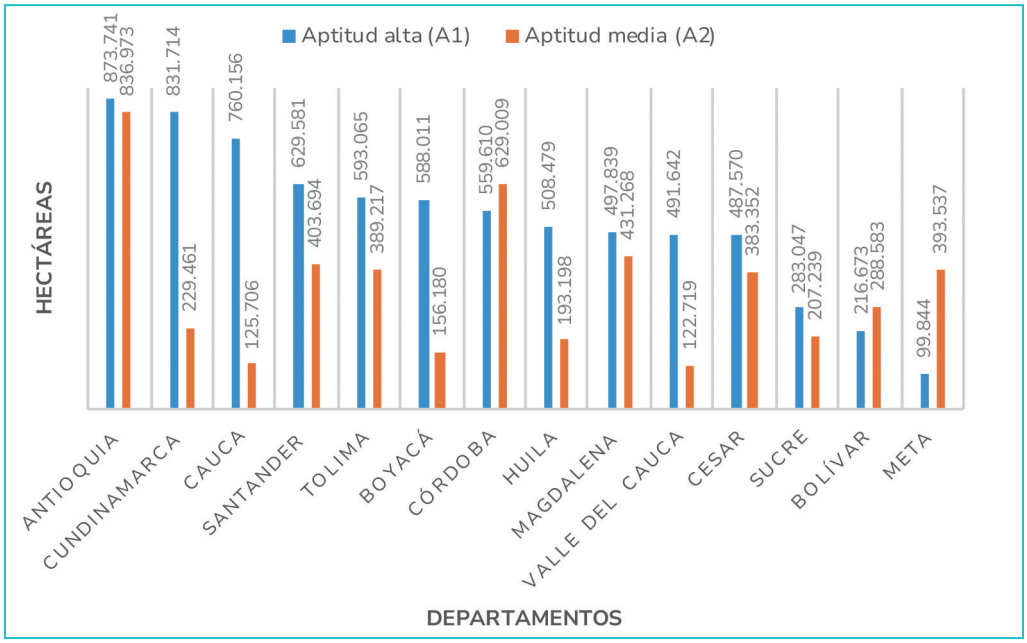
Tabla 40. Áreas aptas (hectáreas) por departamento para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo para Colombia, escala 1:100.000

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Antioquia	873.741	836.973	440.387	2.151.101
Cundinamarca	831.714	229.461	95.365	1.156.540
Cauca	760.156	125.706	37.904	923.767
Santander	629.581	403.694	295.519	1.328.794
Tolima	593.065	389.217	70.038	1.052.320
Boyacá	588.011	156.180	93.751	837.943
Córdoba	559.610	629.009	265.840	1.454.460
Huila	508.479	193.198	25.329	727.006
Magdalena	497.839	431.268	117.919	1.047.026
Valle del Cauca	491.642	122.719	36.537	650.898
Cesar	487.570	383.352	151.058	1.021.981
Nariño	310.486	138.809	96.921	546.216
Sucre	283.047	207.239	85.602	575.888
Norte de Santander	256.659	200.042	56.060	512.761
Bolívar	216.673	288.583	184.575	689.830

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
La Guajira	167.624	79.933	95.335	342.893
Caldas	167.016	150.618	56.408	374.043
Atlántico	130.974	35.278	2392	168.644
Risaralda	116.208	21.164	168	137.541
Meta	99.844	393.537	3.058.005	3.551.387
Quindío	63.118	12.380	652	76.149
Casanare	21.086	173.277	2.862.707	3.057.070
Arauca	20.623	88.416	1.339.657	1.448.696
Putumayo	10.462	49.806	168.095	228.363
Caquetá	1751	141.192	1.084.909	1.227.851
Chocó	227	27.632	127.886	155.746
Guaviare	172	34.450	236.052	270.674
Amazonas			6320	6320
Guainía		1681	226.500	228.181
San Andrés, Providencia y Santa Catalina				0
Vaupés		175	21.533	21.708
Vichada		158.338	4.066.305	4.224.644
Total general	8.687.380	6.103.328	15.405.731	30.196.439

Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Principales departamentos con aptitud alta (A1) y media (A2) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000



Fuente: Elaboración propia.

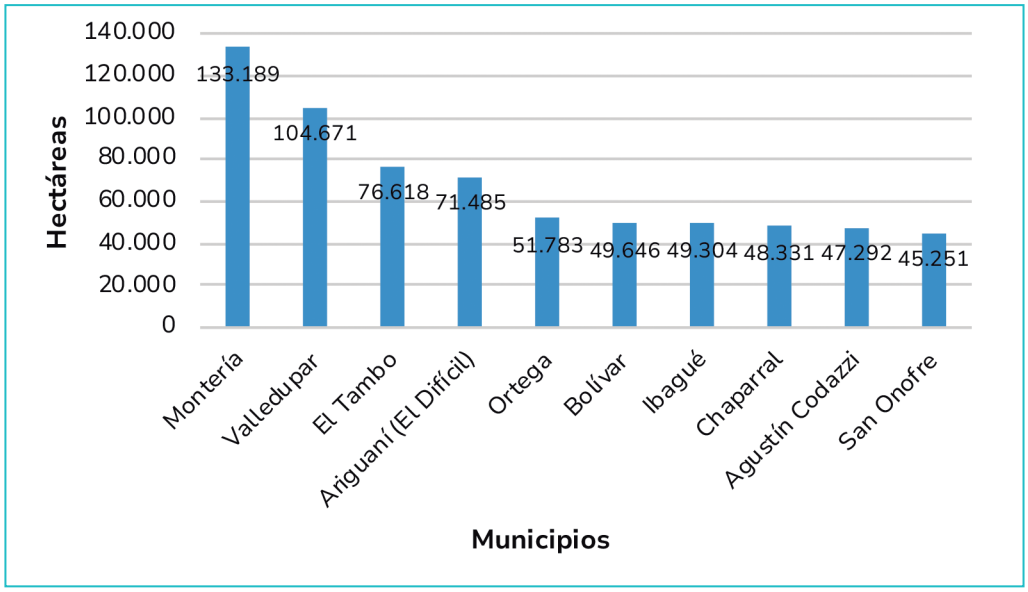
Los municipios que presentan la mayor superficie con aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud caprina en Colombia son Montería (Córdoba), con 133.189 ha; Valledupar (Cesar), con 104.671 ha; El Tambo (Cauca), con 76.618 ha; Ariguaní (El Difícil, Magdalena), con 71.485 ha y Ortega (Tolima), con 51.783 ha aptas (tabla 41 y figura 42).

Tabla 41. Principales municipios con aptitud alta (A1) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000

Municipio	Aptitud alta (A1)
Montería	133.189
Valledupar	104.671
El Tambo	76.618
Ariguaní (El Difícil)	71.485
Ortega	51.783
Bolívar	49.646
Ibagué	49.304
Chaparral	48.331
Agustín Codazzi	47.292
San Onofre	45.251

Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Principales municipios con aptitud alta (A1) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000



Fuente: Elaboración propia.

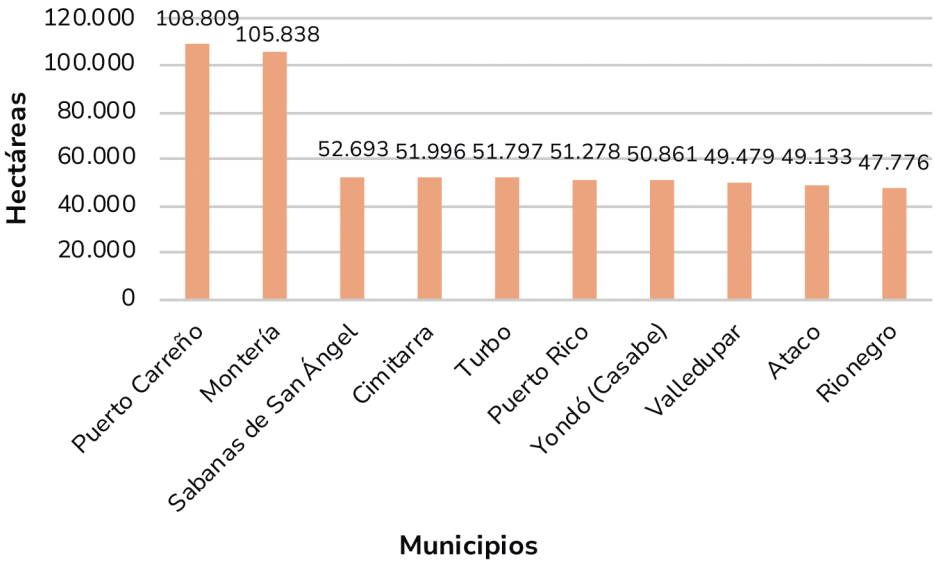
De igual manera, los municipios que presentan la mayor superficie con aptitud media (A2) para la zonificación de aptitud caprina en Colombia son Puerto Carreño (Vichada), con 108.809 ha; Montería (Córdoba), con 105.838 ha; Sabanas de Ángel (Magdalena), con 52.693 ha; Cimitarra (Santander), con 51.996 ha y Turbo (Antioquia), con 51.797 ha (tabla 42 y figura 43).

Tabla 42. Principales municipios con aptitud media (A2) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000

Municipio	Aptitud media (A2)
Puerto Carreño	108.809
Montería	105.838
Sabanas de San Ángel	52.693
Cimitarra	51.996
Turbo	51.797
Puerto Rico	51.278
Yondó (Casabe)	50.861
Valledupar	49.479
Ataco	49.133
Rionegro	47.776

Fuente: Elaboración propia.

Figura 43. Principales municipios con aptitud media (A2) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000



Fuente: Elaboración propia.

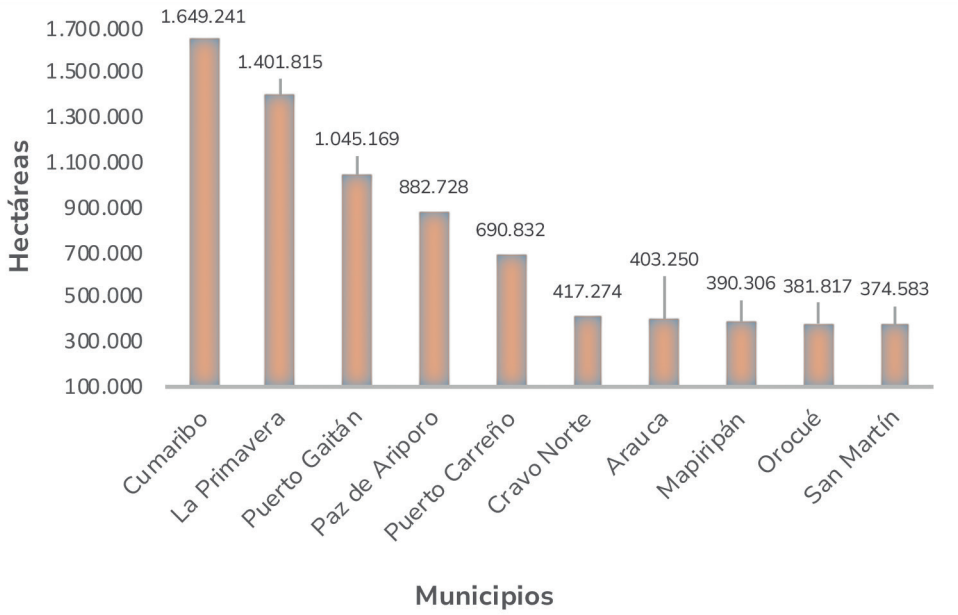
Por último, los municipios que presentan la mayor superficie con aptitud baja (A3) para la zonificación de aptitud caprina en Colombia son Cumaribo y La Primavera (Vichada), con 1.649.241 y 1.401.815 ha, respectivamente; Puerto Gaitán (Meta), con 1.045.169 ha; Paz de Ariporo (Casanare), con 882.728 ha y Puerto Carreño (Vichada), con 690.832 ha (tabla 43 y figura 44).

Tabla 43. Principales municipios con aptitud baja (A3) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000

Municipio	Aptitud baja (A3)
Cumaribo	1.649.241
La Primavera	1.401.815
Puerto Gaitán	1.045.169
Paz de Ariporo	882.728
Puerto Carreño	690.832
Cravo Norte	417.274
Arauca	403.250
Mapiripán	390.306
Orocué	381.817
San Martín	374.583

Fuente: Elaboración propia.

Figura 44. Principales municipios con aptitud baja (A3) para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, los municipios que presentan las mayores áreas con aptitud para la producción caprina en Colombia se encuentran localizados en los LLanos Orientales colombianos, así: Cumaribo y la Primavera (Vichada), con 1.652.008 y 1.448.349 ha, respectivamente; Puerto Gaitán (Meta), con 1.062.365 ha; Paz de Ariporo (Casanare), con 897.994 ha; Puerto Carreño (Vichada), con 799.641 ha y Arauca (Arauca), con 424.555 ha aptas. Sin embargo, en estos municipios la mayor parte de su superficie corresponde a aptitud baja (A3) y muy poca, o nula, a aptitud alta (A1).



5. Conclusiones



5. Conclusiones

Gracias al proceso participativo, se identificaron los criterios físicos, ecosistémicos y socioeconómicos necesarios y de mayor relevancia para el establecimiento de la producción caprina en pastoreo. Así, se identificaron 23 criterios, siendo el más importante del componente físico la disponibilidad de nutrientes; como aspectos socioecosistémicos relevantes, se encontró la sanidad animal; y como aspectos socioeconómicos relevantes, la infraestructura y logística.

La zonificación de aptitud para la producción caprina en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, permite identificar áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para esta actividad, donde se puede promover el uso eficiente para la ganadería caprina, bajo condiciones de productividad, sostenibilidad y competitividad, la cual ayudará a orientar las políticas para el desarrollo del sector, buscando un mayor impacto en las inversiones y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

El mapa de la zonificación de la aptitud del territorio rural para la producción caprina en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000, mostró que el 26,5 % del territorio colombiano, que corresponde a un total de 30.196.439 ha, tiene aptitud para el establecimiento de esta producción en Colombia.

El componente físico basó su análisis sobre la producción de forraje para ramoneo y pastoreo (leguminosas y gramíneas/ arbóreas, arbustivas y herbáceas), por lo cual, la capacidad que tienen la s tierras para establecer arboles forrajeros y pastos se ve limitada principalmente por criterios como la disponibilidad de nutrientes y la toxicidad por aluminio; por esta razón, regiones naturales como la altillanura y las sábanas inundables (Meta, Vichada, Casanare y Arauca) se ven limitadas severamente a una aptitud baja (A3).

El exceso de humedad en el suelo y el mal drenaje afectan negativamente la posibilidad en producir forraje para el ramoneo y pastoreo de los caprinos, excluyendo las tierras muy inundables y con drenaje muy pobre, como lo son importantes áreas de las sábanas inundables del Casanare, Arauca, la Mojana sucreña y la depresión Momposina, entre otros.

A diferencia de otras zonificaciones, el criterio de condiciones climáticas para la producción de forraje pierde importancia, dada la alta adaptabilidad que presentan los caprinos para consumir todo tipo de forrajes, ya sea en ramoneo o pastoreo, desde climas secos a húmedos y de cálidos a fríos.

Desde el componente socioecosistémico, la sanidad animal es el criterio de mayor aporte en la integración biofísica debido a que evalúa la susceptibilidad a enfermedades podales y por presencia de parásitos gastrointestinales y presentan uniformidad en la distribución de los datos con respecto a la aptitud resultado de la zonificación; en cuanto a la susceptibilidad a la trasmisión de enfermedades de control oficial (rabia de origen silvestre) y brucelosis, se observa que la ecología y distribución de los vectores se encuentran en zonas del país con antecedentes y presencia de la enfermedad. Es de resaltar que en el territorio nacional existen áreas muy viables para el establecimiento de producciones caprinas,

no obstante, se deben garantizar medidas de control, preventivas y curativas, en aquellas zonas con alta susceptibilidad al contagio y transmisión de dichas enfermedades.

El criterio de confort animal tiene una alta importancia en la integración biofísica debido a que muestra las condiciones óptimas de bienestar animal que ayuda a la producción, permitiendo aumentar el desarrollo cárnico en un menor tiempo. La mayor aptitud se ve en los departamentos de La Guajira, Huila, Cundinamarca, Boyacá, Santander, Norte de Santander, Valle del Cauca y Atlántico, reflejado en la mayor sostenibilidad de la producción de carne caprina.

El criterio de alternativas forrajeras para la producción caprina nos indica que existe una gran probabilidad de utilización de estas especies como alternativa o suplemento nutricional frente a las pasturas cultivadas; de esta manera, el área del país con mayor potencial corresponde a los departamentos de La Guajira, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, Santander, Norte de Santander, seguido por áreas en Cundinamarca, Boyacá, Huila y Antioquia.

El criterio de estatus ecológico de las pasturas muestra la resiliencia de estas pasturas manteniendo su capacidad para la producción de materia seca y la resistencia frente a incendios e invasibilidad de otras especies; así, la principal aptitud se ve en el valle del Magdalena, la Costa Caribe, Valle del Cauca y el pie de monte de la Orinoquía y la Amazonía, reflejando una mayor sostenibilidad para la producción de carne caprina en pastoreo.

El criterio de apropiación y acceso al agua muestra que el recurso hídrico es fundamental para satisfacer las necesidades, tanto de los animales como del mismo ecosistema. La zonificación para la producción caprina en pastoreo permite evidenciar que este recurso es moderado en gran parte del territorio nacional; sin embargo, hacia el Vichada, parte del piedemonte llanero, el Magdalena Medio y Valle del Cauca se presenta una buena oferta hídrica, razón por la cual el desarrollo de actividades productivas como la ganadería caprina debe ser cada vez más eficiente en el uso racional del agua.

Desde el punto de vista de integridad ecológica, las áreas aptas para la producción caprina podrían generar algún tipo de presión sobre la integridad ecosistémica, especialmente en zonas de La Guajira y las sabanas inundables del Casanare, por acción del ramoneo sobre los ecosistemas naturales.

El cambio de cobertura permite delimitar desde un punto de vista técnico aquellas áreas involucradas dentro de la frontera agropecuaria, puesto que excluye las áreas que en la actualidad poseen coberturas naturales, así como las que presentan exclusiones de tipo legal. Adicionalmente, el criterio califica la favorabilidad y desfavorabilidad de la entrada de pasturas y uso de forrajes nativos para la sostenibilidad de la producción caprina. En ese sentido, las áreas con mayor desfavorabilidad corresponden a la altillanura y sabanas inundables en la Orinoquía.

Considerando el inventario de caprinos en Colombia, el balance entre captura y emisiones sobre las zonas potenciales de aptitud para la producción caprina muestra que una parte del país, localizada en Antioquia, zonas de la cordillera Oriental y Central y valles interandinos, presenta un equilibrio, a diferencia de las zonas de la altillanura y la costa Caribe, en las cuales

las emisiones por fermentación entérica y gestión del estiércol superan la captura de carbono.

En cuanto al componente socioeconómico, permite caracterizar las zonas con más actividad productiva en caprinos; los criterios de mayor importancia son: infraestructura y logística (47,2 %), asociatividad e institucionalidad (27,1 %), disponibilidad de mano de obra (9,8 %) y dinámica del mercado de tierras (8,7 %). Lo anterior se explica por los requerimientos propios, de producción, distribución y comercialización para la competitividad de la producción caprina.

El criterio infraestructura y logística genera un diferencial competitivo entre las zonas aptas al facilitar la producción, distribución y comercialización, ya que se requiere de una eficiente logística en toda la cadena que garantice que el producto llegue al consumidor en estado óptimo. Toma gran importancia la ubicación actual de los caprinos, cercanía a centros de concentración, cercanía a plantas procesadoras y cercanía a plantas de beneficio, entre otras.

Dentro del total de áreas definidas como aptas alta (A1) para la producción caprina, se encuentran los departamentos con mayor representatividad en esta actividad ganadera, como Cesar, La Guajira, Magdalena, Santander y Boyacá.

Los centros de concentración se encuentran en aptitud alta (A1) en los departamentos de Santander, La Guajira, Boyacá y Meta, los cuales tienen una mayor muestra de participación mensual en las ferias, subastas y/o mercados, facilitando la comercialización del caprino en pie.

El criterio de asociatividad e institucionalidad es determinante por el positivo impacto generado por las asociaciones de productores y la cercanía al gremio; las zonas aptas (A1) para la producción de caprinos están ubicadas en Cundinamarca, Boyacá y Santander, facilitando el desarrollo y soporte de la cadena productiva.

La aptitud alta (A1) para la producción de caprinos está considerablemente influida por la disponibilidad de mano de obra familiar que, contrastada con las necesidades de la producción pecuaria, no resulta exigente dadas las bajas densidades poblacionales por unidad espacial en la mayoría del territorio nacional. De esta forma, la mayor parte de los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Huila, Cundinamarca, Santander, Norte de Santander, Antioquia, Boyacá y los del Eje Cafetero ofrecen favorables condiciones de provisión de mano de obra por sus densidades poblacionales rurales relativamente altas y superiores a los requerimientos de la producción.

El acceso a la tierra es una de las consideraciones principales a tener en cuenta para desarrollar cualquier actividad productiva; para la producción de caprinos se tuvieron en cuenta variables que de una u otra forma identifican las características de los predios y, por ende, sus ventajas o limitantes de acceso; estas variables son: tamaño predial, avalúo catastral rural, arriendo rural y tendencia a la formalidad, siendo una de las más importantes el tamaño predial dado que esta es una actividad que se realiza de manera extensiva y se prefieren tamaños prediales que superen las 20 hectáreas, y hasta 50 hectáreas cuando se realiza en predios privados, lo que representa aproximadamente un 7 % de los predios y aproximadamente un 8 % en área de predios privados con usos agropecuarios del país. Sin embargo, cuando se realiza en predios colectivos o sabanas comunales, se puede

pensar que los caprinos se desplazan para su alimentación en predios de hasta 1000 hectáreas.

El arriendo rural, como una forma alternativa de acceso a la tierra diferente a la compraventa, que además implica altos costos para el productor, es una de las prácticas también utilizadas por algunos productores dada la gran cantidad de área que se requiere para el ramoneo de los animales; se espera que para esta actividad los arriendos no superen los $ 300.000 pesos anuales por hectárea que, dadas las condiciones de pendiente y baja disponibilidad de agua, son de común consecución en las zonas de producción de caprinos de La Guajira, Santander, Norte de Santander y Huila, entre los más representativos.

En el criterio de indicadores económicos, la variable más significativa es la de créditos otorgados, lo que concluye que los resultados de la aptitud alta (A1) para la producción de caprinos se relacionan de manera importante con esta variable, donde se concentran en las actuales zonas productoras del Magdalena, La Guajira, Santander, Boyacá, como también, aunque en una menor proporción, en el Nariño, Cauca, Meta, Cesar, Norte de Santander y Cundinamarca.

De esta forma, se infiere que los recursos financieros para la producción caprina han mostrado una dirección hacia las zonas en las que, según las condiciones socioeconómicas, tienen una aptitud favorable para dicha actividad.

En cuanto al tema de seguridad ciudadana para la producción de caprinos, se tuvieron en cuenta como las más representativas las variables de abigeato, extorsiones, secuestros y homicidios, todos delitos reportados en las zonas rurales del país. Estas fueron priorizadas en el mismo orden que se mencionaron pensando en la mayor afectación que podrían causar en los productores, es por eso que la producción caprina, por tratarse de animales pequeños, el delito que más los afecta es el abigeato, que se presenta generalmente con la actividad agravante del carneo directamente en finca, aunque también es muy frecuente que se los lleven en gran número en camiones y sean comercializados sin mayor inconveniente en otras zonas del país.



6. Bibliografía



6. Bibliografía

Alberta Sustainable Resource Development. (2004). *Methodology for calculating carrying and grazing capacity on public rangelands.* Alberta, Canada: Public Land and Forest.

Alonso, J. I. (Marzo de 1981). *Manejo de la reproducción en el ovino.* https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c13.pdf

Amiri, F., Rashid, A., Shariff, M. y Saadaffar, A. (2011). Modeling Land Suitability Analysis to Livestock Grazing Planning Based on GIS. *World Applied Sciences Journal*, 1549-1564.

Arce, B., Peña, A. y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. *Revista Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 14*(2), 215-229.

Aréchiga, C. F., Aguilera, J. I., Rincón, R. M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V. R. y Meza-Herrera, C. A. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, *9(*1), 1-14.

Argel, P. (2006). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. *XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA*, 65-72. Tampico, México: AMPA.

Asociación Nacional de Caprino Ovinocultores de Colombia (ANCO) (2020). *Asociaciones de productores de caprinos* [documento en repositorio UPRA]. Bogotá: ANCO.

Barreto, N. y Martínez, E. (2019). Biología, dinámica y poblaciones de la chinche de los pastos *collaria columbiensis* en la sabana de Bogotá. *Biblioteca digital agropecuaria de Colombia*.

Baruch, Z. y Fisher, J. (1997). Capítulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En CIAT, *Establecimiento y renovación de pasturas. VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT*, 103-142. México.

Bernal, J. (1994). *Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo Ganadero.* Bogotá: Fondo Ganadero.

Boyd, C. E. (1995). Bottom soils, sediment, and pond aquaculture. *Department of Fisheries and Allied Aquacultures at Auburn University*, 63-65.

Boyd, C. E., Wood, C. W. y Taworn, T. (2002). Aquaculture pond bottom soil quality management. (USAID, Ed.) *Pond/Aquaculture collaborative research support program Oregon State University Corvallis*.

Calvo., D. J. (2005). *Manual del Caprinocultor.* Cuba: Asociación Cubana de Produccion Animal.

Carrero, H. y Marles, C. (2005). *Manual de producción caprina*. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Centro Latinoamericano de Especies Menores (CLEM). Tuluá, Valle del Cauca, Colombia. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4273/1/capricultura_2005.pdf

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (1988). *Establecimiento y renovación de pasturas. VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT.* México: CIAT.

CIAT. (2010). *Especies forrajeras multipropósito. Opciones para productores del trópico americano.* Palmira: CIAT.

CIAT. (Marzo 2018). *Estrategia sectorial de la cadena de ganadería doble propósito en Caquetá.* Cali: CIAT N.° 454.

Ciontescu, N. (18 de septiembre de 2012). *Instructivo metodológico para la evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas*. ArcGIS-Fragstats. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia. https://es.scribd.com/document/445053774/2012-Ciontescu-Metodologia-estado-de-conservacion-SPNN

Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2009). *Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos*. Organización de los Estados Americanos (OEA). 125 p. https://n9.cl/tn8bg

Convenio OIT 169 de 1989. Sobre pueblos indígenas y tribales. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/---ro-lima/documents/publication/wcms_345065.pdf

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). (Junio de 2023). Composición química y valor nutricional. *AlimenTro*. https://alimentro.agrosavia.co/Estadisticas/ReporteAnalisis

Corrales, E. (2002). *Cuadernos tierra y justicia No. 5. Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos.* Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana. http://www.academia.edu/5262747/CUADERNOS_TIERRA_Y_JUSTICIA_No._5

Correa-Ayram, C.A. (2008). *Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo*. Pérez-Arbelaezia, (19), 115-139. https://perezarbelaezia.jbb.gov.co/index.php/pa/article/view/144

Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Cruz, B. A. (2018). *Apoyo a la implementación del programa de ovinocultura para mejorar los sistemas productivos de la asociación Asoovino del departamento de Arauca*. https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/001/1226/1/RUNILLANOS%20GPR%200105%20IMPLEMENTACION%20%20DEL%20PROGRAMA%20DE%20OVINOCULTURA%20PARA%20MEJORAR%20LOS%20SISTEMAS%20PRODUCTIVOS%20DE%20LA%20ASOCIACION%20ASOOVINO%20DEL%20DEPARTAMENTO%20DE%20ARAUCA

Decreto 1076 de 2015. [MADR]. «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible a partir de la fecha de su expedición». Mayo 26 de 2015. D. O. 49523.

Decreto 1449 de 1977. [Ministerio de Agricultura]. «Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del Art. 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 2811 de 1974». Junio 27 de 1977. D. O. 34827.

Decreto 1500 de 2007. [Ministerio del Interior y Justicia]. «Por el cual se establece el reglamento técnico a través del cual se crea el Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos Destinados para el Consumo Humano y los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en su producción primaria, beneficio, desposte, desprese, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación». Mayo 4 de 2007. D. O. 46618.

Decreto 1640 de 2012. [MADS]. «Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones». Agosto 2 de 2012. D. O. 48510.

Decreto-Ley 1989 de 1989. [Ministerio de Agricultura]. «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales». Septiembre 1 de 1989. D. O. 38963.

Decreto 1996 de 1999. Art. 1. [Ministerio de Ambiente]. «Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil». Octubre 21 de 1999. D. O. 43751.

Decreto 2164 de 1995. [MADR]. «Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIV de la Ley 160 de 1994 en lo relacionado con la dotación y titulación de tierras a las comunidades indígenas para la constitución, reestructuración, ampliación y saneamiento de los Resguardos Indígenas en el territorio nacional». Diciembre 7 de 1995. D. O. 42140.

Decreto 2333 de 2014. [MADR]. «Por el cual se establecen los mecanismos para la efectiva protección y seguridad jurídica de las tierras y territorios ocupados o poseídos ancestralmente y/o tradicionalmente por los pueblos indígenas acorde con lo dispuesto en los artículos 13 y 14 del Convenio número 169 de la OIT, y se adicionan los artículos 13, 16 y 19 del Decreto número 2664 de 1994». Noviembre 19 de 2014. D. O. 49340.

Decreto 2372 de 2010. [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. «Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones». Julio 1 de 2010. D. O. 47757.

Decreto 2811 de 1974. [Presidencia de la República]. «Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente». Diciembre 18 de 1974. D. O. 34243.

Decreto 3600 de 2007. [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. «Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones». Septiembre 20 de 2007. D. O. 46757.

Decreto 622 de 1977. Art. 30. [Presidencia de la República]. «Por el cual se reglamentan parcialmente el capítulo V, título II, parte Xlll, libro II del Decreto-Ley número 2811 de 1974 sobre "sistema de parques nacionales"; la Ley 23 de 1973 y la Ley 2a de 1959». Marzo 16 de 1977. No hay Diario Oficial.

Decreto 833 de 2002. [Ministerio de Cultura]. «Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico Nacional y se dictan otras disposiciones». Abril 26 de 2002. D. O. 44786.

Decreto Ley 3570 de 2011. [Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial]. «Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible». Septiembre 27 de 2011. No hay Diario Oficial.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (14 de septiembre de 2018). *Resultados Tomo 2.* https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf

DANE. (Septiembre de 2018). *Producto Interno Bruto por Actividad Económica 2005-2017.* http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales

DANE. (2020). *Encuesta nacional agropecuaria (ENA)*. https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuaria-ena

Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). (1961). Land capability classification. *Agriculture Handbook*, 18.

USDA. (2018). *Report beef grains*. https://www.ams.usda.gov/

USDA. (2019). En *United States Department of Agriculture (USDA). Livestock and Poultry:World Markets and Trade.*

Departamento Nacional de Planeación (DNP) (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para Todos*. <www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>

DNP. (2020). *Alimentos concentrados o balanceados*. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/Concentrados.pdf.

Di Gregorio, A. (2005). Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra (LCCS). Versión 2: Conceptos de clasificación y manual del usuario. (FAO). *Environment and natural resources service series*. N.° 8. FAO. 208 p.

Doorenbos, J. y Kassam, A. H. (1979). Yield response to water. *FAO Irrigation and Drainage.* N.° 33. Roma: FAO.

Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P.A.K. y Toledano, J. (1995). Raster Procedures for Multi-Criteria/Multi -Objective Decisions. *Photogrammetric Enginnering and Remote Sensing*, p. 539-547. Massachusetts: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Espinosa, A. P. (2020). Caracterización del sistema productivo ovino-caprino de una comunidad indígena en Colombia y su capacidad de sustentabilidad. *Revista Espacios*.

Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegán). (2006). *Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019.* Bogotá: Fedegán.

Fedegán. (2017). *Balance del sector ganadero colombiano.* Bogotá: Fedegán.

Fedegán. (2018). *Ganadería colombiana: Hoja de ruta 2018-2022.* Bogotá: Fedegán.

Fedegán. (1 de marzo de 2023). *Enfermedades podales afectan seriamente a los ovinos*. https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/enfermedades-podales-afectan-seriamente-los-ovinos

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (1976). *A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin 32.* Roma: FAO.

FAO. (1986). Métodos sencillos para la acuicultura. *Suelo*. https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/Index.htm

FAO. (1990). Evaluación de tierras para la agricultura de regadío. Directivas. *Boletín de Suelos 55*. Roma: FAO.

FAO. (1991). Guidelines: Land Evaluation for Extensive Grazing*. FAO Soils Bulletin 58.* Roma: FAO.

FAO. (1995). Métodos sencillos para la acuicultura. *Construcción del estanque para la piscicultura de agua dulce.* https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s01.htm

FAO. (2003). *Evaluación de tierras con metodologías de FAO.* Santiago de Chile: FAO.

FAO. (2007). Land evaluation. Towards a revised framework*. Land and water discussion paper*. https://edepot.wur.nl/488269.

FAO. (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación.* Roma: ONU. https://www.fao.org/documents/card/es?details=I7658ES

FAO. (2020). *Sanidad* animal. http://www.fao.org/animal-health/es/

FAO. (29 de septiembre de 2020). *Fisheries and Aquaculture*. http://www.fao.org/fishery/

FAO. (2021). Pequeños rumiantes. *Portal lácteo*. http://www.fao.org/dairy-production-products/production/dairy-animals/small-ruminants/es/

FAO. (2021b). *Producción pecuaria en América Latina y el Caribe*. http://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/

Faostat. (FAO). (2021). *Datos sobre alimentación y agricultura*. http://www.fao.org/faostat/es

Franco, O. L. (2011). *Colombia, país libre de fiebre aftosa con vacunación.* Bogotá: Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas (UDCA).

Fundación Vasca para la seguridad alimentaria. (2013). *Listeria monocytogenes.* https://seguridadalimentaria.elika.eus/wp-content/uploads/2018/01/Copia-de-4.Listeria.pdf

Garavito, F. (1974). *Propiedades químicas de los suelos* (2ª ed). República de Colombia, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Subdirección Agrológica.

García, L. (2011). ***Agua y su importancia en nutrición***. https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/agua-en-la-nutricion-animal-t28705.htm

Garfias R., Castillo M., Allende C. y Ruiz, F. (Marzo de 2019). Un método de zonificación ambiental para el establecimiento de especies forrajeras con uso pastoril en Chile central. *Revista de ciencia y tecnología de América*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6776654

Gioffredo, J. J. (2010). *Caprinos: Generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones.* Río Cuarto, Argentina: Universidad Nacional de Río Cuarto, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Departamento de Producción Animal.

Giraldo-Cañas, D. (2013). *Las gramíneas en Colombia. Riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares*. 384 p. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. https://n9.cl/355nw

Grajales, H., Moreno, D. C. y Atuesta, J. E. (2011). *Guía técnica de producción ovina y caprina.* https://www.researchgate.net/profile/Diana-Moreno-Vargas/publication/331641431_Original_Guia_Tecnica_de_produccion_Ovina_y_Caprina/links/5c8531d6458515831f98eea0/Original-Guia-Tecnica-de-produccion-Ovina-y-Caprina.pdf

Harms, B., Brough, D., Philip, S., Bartley, R., Clifford, D., Thomas, M., Wills, R. y Gregory, L. (2015). Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation. *Global Food Security. Elsevier 5*, 25-36.

Herrera, L., Ríos, L. y Zapata, R. (2013). Frecuencia de la infección por nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. *Revista MVZ Córdoba*, *18*(3), 3851-3860. Montería, Colombia: Universidad de Córdoba. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69329149015

Hofstede, R. (2004). El estado de salud de los páramos: un esfuerzo para relacionar la ciencia con la práctica de manejo sustentable. *Lyonia. A journal of ecology and application*. https://www.lyonia.org/viewarticle-266?articleID=266

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA. (1976). *Curso de pastos y forrajes.* Bogotá: ICA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/20838/79994_2681.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ICA. (2017). *Censo pecuario nacional 2017.* https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx

ICA. (2018). *Programa Nacional de Ovinos/Caprinos*. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/enfermedades-animales/especie-ovino-caprina.aspx

ICA. (2020). *Protección animal.* https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria.

ICA. (2020b). *Fiebre aftosa.* https://www.ica.gov.co/getdoc/471e32cc-537f-44c2-935c-317cf8f9fa2e/fiebre-aftosa-(1).aspx

ICA. (2021). *Censos pecuarios* nacional. https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018

ICA. (s.f.). *Estomatitis Vesicular*. https://www.ica.gov.co/getdoc/9981199c-bc79-4cfa-ba21-bca8d86a8d98/Estomatitis-Vesicular-(1).aspx

ICA. (s.f.). *Epidemiología rabia silvestre*. https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Enfermedades-Animales/Rabia-Silvestre-1/EPIDEMIOLOGIA-RABIA-SILVESTRE.aspx

Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). (2019). *Parques y áreas arqueológicas protegidas*. Bogotá: ICANH. https://www.icanh.gov.co/areas-misionales/patrimonio/parques-asociados/parques-areas-arqueologicas-protegidas

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2005). *Atlas Climatológico de Colombia.* Bogotá: Ideam.

Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.

Ideam. (2015). *Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia.* Bogotá: Ideam. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023648/Sintesis.pdf

Ideam. (2015b). *Estudio nacional del agua 2014.* Bogota: Ideam. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

International Goat Association (IGA). (2021). *La producción caprina en Colombia.* https://www.iga-goatworld.com/blog/la-produccion-caprina-en-colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2010). *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso.* Bogotá: IGAC.

Jackson, M. (1958). *Soil chemical analysis.* New Jersey: Prentice Hall, Inc.

Juste, R. A. (1989). *Apuntes sobre Patología Caprina.* https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/informes_tecnicos/es_agripes/adjuntos/IT-025.pdf

Lapointe, S. L. y Miles, J. W. (1992). Germplasm case study: Brachiaria species. *Pastures for the Tropical Lowlands, CIAT´s contribution.* Cali, Colombia: CIAT.

Ley 1450 de 2011. Art. 2002. «Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014». Junio 16 de 2011. D. O. 48102.

Ley 160 de 1994. «Por la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, se establece un subsidio para la adquisición de tierras, se reforma el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria y se dictan otras disposiciones». Agosto 3 de 1994. D. O. 41479.

Ley 2 de 1959. «Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables». Diciembre 16 de 1959. D. O. 29861.

Ley 21 de 1991. «Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989». Marzo 4 de 1991. D. O. 39720.

Ley 3570 de 2011. «Por el cual se modifican los objetivos y la estructura del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y se integra el Sector Administrativo de Ambiente y Desarrollo Sostenible». Septiembre 27 de 2011. No hay Diario Oficial.

Ley 388 de 1997. «Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones». Julio 18 de 1997. D. O. 43091.

Ley 599 de 2000. «Por la cual se expide el Código Penal». Julio 24 de 2000. D. O. 44097.

Ley 70 de 1993. «Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política». Agosto 27 de 1993. D. O. 41013.

Ley 811 de 2003. «Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, sat, y se dictan otras disposiciones». Junio 26 de 2003. D. O. 45236.

Ley 99 de 1993. «Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones». Diciembre 22 de 1993. D. O. 41146.

MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967). *The Theory of Island Biogeography*. New Jersey: Princeton University Press. https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1167473

Machado, A. (1998). *La cuestión agraria en Colombia a fines del milenio.* Bogotá: El Ancora.

Malagón, D. y Montenegro, H. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC.

Mederos, A. y Banchero G. (2020). *Parasitosis gastrointestinales de ovinos y bovinos.* https://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/82-gastrointestinales_avances.pdf

Mejía, J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*, *12*(3), 56-63. https://www.redalyc.org/pdf/416/41612204.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2008). *Sistema de gestión ambiental del sector agropecuario.* Bogotá: MADR. https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Noticia161.aspx

MADR (2012). *Ganadería de exportación*. https://sioc.minagricultura.gov.co/Bovina/Pages/Documentos.aspx

MADR. (2019). *Cadena ovino-caprina. Enero a junio de 2019*. https://sioc.minagricultura.gov.co/OvinoCaprina/Documentos/2019-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf

MADR. (2020). *Cadena ovino-caprina. Enero a marzo de 2019*. https://sioc.minagricultura.gov.co/OvinoCaprina/Documentos/2019-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf

Morales, C., Sobral, R., Nakama, V., Volante, J. y Bianchi, A. (2015). *Evaluación de tierras mediante métodos paramétricos. Ajuste del sistema índice de productividad (IP) y su aplicación mediante herramientas SIG para las provincias de Salta y Jujuy.* Buenos Aires: INTA Ediciones.

Mueller, J. P., Taddeo, H. R., Abad, M. I. y Debenedetti, S. (2018). Revisión sobre el origen y el desarrollo de la producción de caprinos de Angora en Argentina. *RIA: Revista de Investigaciones Agropecuarias, 44*(3). Buenos Aires: Inta. http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/revisiones/muller_revision-castellano-6.pdf

Noguera-Urbano, E. A. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana.* http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000100089&lng=es&tlng=es.

Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (Orarbo). (2020). Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH). https://www.orarbo.gov.co/es/indicadores?id=1308&v=l

Olivares, C. A. (2019). *Estratificación técnico económica de las unidades de producción (UP) de cabras locales en los municipios de Amatepec y Tejupilco, Estado de México.* Temascaltepec, México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Organisation for Economic Cooperation and Development (OCDE)-FAO. (2020). *Perspectivas agrícolas*. https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2020-2029_a0848ac0-es

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2018). *Código sanitario para los animales terrestres*. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/es_glossaire.htm

OIE. (2020). *Tuberculosis Bovina*. https://www.woah.org/es/enfermedad/tuberculosis-bovina/

OIE. (2021). *Sanidad animal. Un desafío múltiple* http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/About_us/img/home/animal_health/ANIMAL-HEALTH-ES-FINAL.pdf

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas* (OMM-N.° 100). Ginebra: OMM.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (29 de julio de 2020). Brucelosis. https*://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/brucellosis*.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (12 al 16 de junio de 2006). *Los enfoques ecosistémicos y los océanos* [Ebook]. Nueva York: ONU.

Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). *Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas*. París: Unesco. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_s.pdf

Organización Panamericana de la Salud (OPS). (s.f.). Portal web. https://www.paho.org/

Orjuela, J. E., Díaz, O. L., González, P. M., Ortiz, J., Monroy, W. E., y Patiño, A. (2009). *Sistema de información y vigilancia epidemiológica. Colombia, Sanidad Animal 2008.* Bogotá: ICA.

Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A. y Espejel, I. (2009). Ecosystemic zonification as a management tool for marine protected areas in the coastal zone: applications for the sistema arrecifal veracruzano National Park, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, *52*(6), 317-323. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.03.004>.

Panaftosa. (Abril de 2019). *Informe de situación de los programas de erradicación de la fiebre afotsa en Sudamérica y Panamá en 2018.* http://www.panaftosa.org/cosalfa46/dmdocuments/Informe_SituacionPaises_2018_[220419].pdf

Peñuela, L., Solano, C., Ardila, V. y Galán, S [Eds]. (2014). *Sabana inundable y ganadería, opción productiva de conservación en la Orinoquia.* Bogotá: La Imprenta Editores.

Pereira, L. C. y Lombardi, F. (2004). *Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica.* Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente.

Pérez, L. (1998). *Comportamiento alimentario y actividades de cabras en pastoreo sobre campo natural*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/produccion_caprina/109-comportamiento.pdf

Porter, M. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors.* Nueva York: Free Press.

Porter, M. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance.* Nueva York. Free Press.

Ramírez, C. y Díaz, G. (2002). *Chinche de los pastos (Collaria scenica): una amenaza para la producción lechera en la sabana de Bogotá y valles de Ubaté y Chiquinquirá, recomendaciones básicas para su manejo*. Bogotá: ICA.

Resolución 1602 de 1995. [MADS]. «Por medio de la cual se aclara la Resolución No. 1602 del 21 de diciembre de 1995, y se dictan otras disposiciones».

Resolución 1275 de 2014. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones».

Resolución 1276 de 2014. [MADS]. «Por lo cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones».

Resolución 1277 de 2014. [MADS]. «Por lo cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la ley 2ª de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés y se toman otras determinaciones».

Resolución 128 de 2017. [MADR, Art. 5]. «Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria».

Resolución 1310 de 2018. [MADS]. «Por medio de la cual se prorroga el término de duración de las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente establecidas mediante la Resolución 1628 de 2015 y se adoptan otras determinaciones».

Resolución 1922 de 2013. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley de 1959 y se toman otras determinaciones».

Resolución 1923 de 2013. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones».

Resolución 1924 de 2013. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones».

Resolución 1925 de 2013. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila y se toman otras determinaciones».

Resolución 1926 de 2013. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones.

Resolución 1987 de 2018 [MADS]. «Por medio de la cual se prórroga el término de duración de las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente establecidas mediante la Resolución 1814 de 2015, modificada para la resolución 2157 de 2017 y se adoptan otras determinaciones».

Resolución 2079 de 2011. [Mincultura]. «Por la cual se reconoce el Paisaje Cultural Cafetero como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO».

Resolución 2905 de 2007. [Minsalud]. «Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios y de inocuidad de la carne y productos cárnicos comestibles de las especies bovina y bufalina destinados para el consumo humano y las disposiciones para su beneficio, desposte, almacenamiento, comercialización, expendio, transporte, importación o exportación».

Resolución 2141 de 2009. [ICA]. «Por medio de la cual se establece la situación sanitaria en las diferentes zonas del país en relación con la fiebre aftosa».

Resolución 261 de 2018. [MADR]. «Por medio de la cual se define la Frontera Agrícola Nacional y se adopta la metodología para la identificación general».

Resolución 3333 de 2010. [ICA]. «Por medio de la cual se establece una Zona de Alta Vigilancia - ZAV para fiebre aftosa, en los departamentos de Boyacá, Arauca y Vichada».

Resolución 4693 de 2012. [ICA]. «Por la cual se reglamenta lo dispuesto en el artículo segundo de la resolución 381 de 2012 del MADR y se establece una Estrategia de Alta

Vigilancia para fiebre aftosa respecto a la frontera con la República de Ecuador, en los departamentos de Nariño y Putumayo».

Resolución 1922 de 2013. [MADS]. «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2ª de 1959 y se toman otras determinaciones».

Resolución 886 de 2018. [MADS]. «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones».

Ros, J. M. y García, J. M. (2020). Bienestar animal en rumiantes (ovino-caprino). *Agroalimentaria N.° 46. Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica de la Región de Murcia*. 58 p. https://n9.cl/3gd5i

Rodiek, J. (2009). Landscape an Urban Planning Cover for 2009. *Landscape Urban Plan*, 89.

Rodríguez, A. (2011). *Desarrollo de un sistema de alertas agroclimáticas tempranas para la chinche de los pastos, Collaria scenica, en la sabana de Bogotá*. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7751

Rossiter, D. (1995). Economic land evaluation: why and how. *Soil Use and Management*, *11*(3) 132-140.

Rossiter, D. (2009). Land evaluation: towards a revised framework. *Land and Water Discussión Paper 6.* Roma. FAO. Geoderma.

Sáenz, A. A. (2007). *Ovinos y caprinos.* https://repositorio.una.edu.ni/2442/1/nl01s127o.pdf

Sanz, H. (22 de marzo de 2010). Salud Animal Conceptos y Definición. [Ficha de Cátedra-Teórico Inaugural 2010].

Sager, R. (2000). Agua para bebida de bovinos. Reedición de la Serie Técnica No. 126. INTA. 5 p. https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/67-agua_para_bebida_de_bovinos.pdf

Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa) (2015). *Forrajes.* Buenos Aires. http://www.senasa.gob.ar/cadena-vegetal/forrajes

Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). *Evaluación de amenaza por movimientos en masa.* Bogotá.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2020). *Sanidad Animal*. http://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/sanidad-animal

Siraj, S., Mikhalilov, L. y Keane, J. (2013). PriEsT: An interactive decision support too to estimate priorities from pairwise comparison judgments. *International Transactions in Operational Research, 22*(2), 217-235.

Soil Science Society of America. (2018). *Soils sustain life*. Soils sustain life. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#

Soil Survey Staff. (2014). *Keys to Soils Taxonomy.* Washington: USDA.

Sossa, P., Lopera, J., Bothía, J. y Galindo, A. (2021). Evaluación agronómica de los pastos nativos *lambedora Leersia hexandra* y *guaratara Axonopus purposii* en sabanas inundables del municipio de Arauca. *Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables*. https://cipav.org.co/sdm_downloads/sabanas-inundables/

Soto., F. A. (2019). *Gestion técnica y económica de la capricultura en la provincia de García Rovira de Santander.* https://2019.oviespana.com/images/CAPRINO_28_-Caprino_en_Colombia.pdf

Suárez, V., Olaechea, F., Romero, J. y Rossanigo, C. (2007). *Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América*. https://n9.cl/uigrm

The Center for Food Security & Public Heath. (2008). *Estomatitis Vesicular*. http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/!replaced/!estomatitis_vesicular.pdf

Tischendorf, L. y Fahrig, L. (2000). How should we measure landscape connectivity? *Landscape Ecology, 15,* 633-641. Doi https://doi.org/10.1023/A:1008177324187

Trade Map. (2020). *Trade Map.* https://www.trademap.org/Index.aspx?lang=es

Universidad de Murcia. (2021). *Formato ráster. Álgebra de mapas (Cap. 5).* https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_5.pdf

Universidad Nacional, (2009). *Agenda prospectiva de la cadena cárnica bovina.* Bogotá.

Unidad de Planificación Rural Agroecuaria (UPRA). (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional. Metodología a escala 1:100.000.* Bogotá D.C.: Imprenta Nacional.

UPRA. (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia,escala 1.100.000.* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2016). *Metodología de zonificación de aptitud para plantaciones forestales comerciales a escala semidetallada (1:25.000).* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2016b). *Zonificación avicultura.* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia.* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2018b). *Planificación del Ordenamiento Productivo de la Acuicultura, zonas aptas para Colombia.* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2018c). *Zonificación de aptitud para la producción tecnificada de cerdos (Sus scrofa domésticus) en granjas comerciales para el mercado nacional y de exportación.* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2018d). *Zonificación porcícola.* Bogotá: UPRA.

UPRA. (2019). *Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general.* Bogotá: UPRA.

Vallejo, A. y Newmark F. (1999). Estudio epizootiológico de *penaeus vannamei* en tres fincas camaroneras del caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar.* http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-97611999000100002&lng=en&tlng=es.

Van Gool, D. y Moore, G. (1999). *Land evaluation standards for land resource mapping: guidelines for assessing land qualities and determining land capability in south-west Western Australia. Department of Agriculture and Food, Western Australia, Perth. Report 181.* Western Australia: Natural Resources Assessment Group Agriculture Western Australia .

Van Wambeke, A. y Forbes, T. (1987). *Criterios para el uso de la taxonomia de suelos en la denominación de unidades cartográficas.* Washington: Universidad de Cornell.

Vargas, J., Zaragoza, L., Delgado, J. y Rodríguez, G. (2016). *Biodiversidad caprina iberoamericana.* Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia.

Vélez R., y Gómez S. (2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor*, *184*(729). Doi: 10.3989/arbor.2008.i729.159. Documento electrónico.

Venerma, J. y Vargas, R. (2007). *Land suitability assessment of the Juba and Shabelle riverine areas in Southern Somalia.* FAO-SWALIM. Project Report No. L-09. Nairobi.

Watty, A. (2020). *Zootecnia de caprinos.* https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_%205_zootecniadecaprinos.pdf

Watty, A. (2020b). *Introducción a la caprinocultura.* https://amaltea.fmvz.unam.mx/textos/Introduccion%20a%20la%20caprinocultura%20PAPIME.pdf

Zohary. (1998). The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goats. *The Journal of Zoology*.

Zuluaga, J. G. (2015). *Memorias al Congreso de la República 2010-2014.* Bogotá: MADR.

Zúñiga, I., Polanía, E. y Franco, O. (2011). *Módulo Salud Animal.* Bogotá: Fedegán.

Fichas metodológicas de criterios y variables



Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico 222

1.1. Criterio disponibilidad de nutrientes 222

1.1.1. Variable acidez (pH) 234

1.1.2. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC) 240

1.1.3. Variable saturación de bases 245

1.1.4. Variable carbono orgánico 251

1.2. Criterio toxicidad por sales y/o sodio y aluminio 257

1.2.1. Variable saturación de aluminio 270

1.2.2 Variable salinidad o sodicidad 277

1.3. Criterio disponibilidad de oxígeno 284

1.3.1. Variable drenaje natural 295

1.3.2. Variable susceptibilidad a inundaciones 300

1.4. Criterio disponibilidad de humedad 305

1.4.1 Variable régimen de humedad del suelo 315

1.4.2 Variable textura 320

1.5. Criterio condiciones climáticas 325

1.5.1. Variable temperatura media anual 339

1.5.2. Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc) 347

1.5.3. Variable brillo solar medio diario anual 356

1.6. Criterio condiciones de enraizamiento 362

1.6.1. Variable profundidad efectiva 371

1.6.2. Variable pedregosidad 376

1.6.3. Variable textura 381

1.7. Criterio capacidad de laboreo y pastoreo 386

1.7.1. Variable pendiente 398

1.7.2. Variable pedregosidad 404

1.7.3. Variable textura 408

1.8. Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos 413

2. Fichas metodológicas del componente ecosistémico 427

2.1. Criterio sanidad animal 427

2.1.1. Variable susceptibilidad a enfermedades podales 433
2.1.2. Variable susceptibilidad a parásitos gastrointestinales 438
2.1.3. Variable susceptibilidad a Brucelosis 443
2.1.4. Variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre 449
2.2.1. Variable clasificación bioclimática 464
2.2.2. Variable temperatura 471
2.2.3. Variable humedad relativa 476
2.2.4. Variable condiciones de sombrío 481
2.3. Criterio alternativas forrajeras para la producción caprina **487**
2.3.1. Variable gramíneas nativas 493
2.3.2. Variable potencial de ramoneo y forraje 505
2.4. Criterio estatus ecológico de las pasturas **520**
2.4.1. Variable vigor 525
2.4.2. Variable amenaza por incendios de la cobertura vegetal 531
2.4.3. Variable potencial de invasibilidad 536
2.5. Criterio apropiación y acceso al agua **542**
2.5.1. Variable apropiación de agua 548
2.5.2. Variable acceso al agua 556
2.6. Criterio integridad ecológica **562**
2.6.1. Variable conectividad estructural de coberturas naturales (CECN) 569
2.6.2. Variable índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT) 575
2.6.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES) 580
2.7. Criterio cambio de cobertura **594**
2.8. Criterio variación del contenido estimado de carbono **620**
3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico **627**
3.1 Criterio infraestructura y logística **627**
3.1.1 Variable inventario caprino 633
3.1.2 Variable cercanía a centros de concentración 638
3.1.3 Variable cercanía a plantas procesadoras 643
3.1.4 Variable cercanía a plantas de beneficio 648
3.1.5 Variable conectividad terrestre 653
3.1.6 Variable cercanía a centros de servicios 658

3.1.7 Variable energía eléctrica rural 663
3.2 Criterio asociatividad e institucionalidad **675**
3.2.1 Variable cercanía a asociaciones 681
3.2.2 Variable cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA 686
3.2.3 Variable cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria – EPSEA 691
3.2.4 Variable cercanía a Agrosavia 696
3.3 Criterio disponibilidad de mano de obra **701**
3.3.1. Variable densidad de la población rural en edad de trabajar 706
3.3.2. Variable oferta educativa técnica y tecnológica 714
3.3.3. Variable oferta educativa universitaria 720
3.4 Criterio dinámica del mercado de tierras **726**
3.4.1 Variable tamaño predial rural 732
3.4.2. Variable avalúo catastral rural 738
3.4.3 Variable arriendo rural 746
3.4.4 Variable tendencia a la formalidad 752
3.5 Criterio indicadores económicos **760**
3.5.1. Variable créditos otorgados 765
3.5.2. Variable valor agregado pecuario municipal 770
3.5.3. Variable desempeño municipal 776
3.5.4. Variable zonas ZOMAC 788
3.6 Criterio seguridad ciudadana **792**
3.6.1. Variable abigeato 798
3.6.2. Variable extorsiones rurales 804
3.6.3 Variable secuestros rurales 810
3.6.4 Variable homicidios rurales 816
3.7 Criterio condiciones de vida **822**
3.7.1 Variable trabajo 828
3.7.2 Variable salud 835
3.7.3 Variable condiciones de la niñez y la juventud 842
3.7.4 Variable condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos 849
3.7.5 Variable condiciones educativas del hogar 856
4. Fichas metodológicas de exclusiones legales **863**

4.1 Criterio exclusiones legales 863
4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 871
4.1.2. Variable áreas protegidas 875
4.1.3. Variable áreas urbanas 879
4.1.4. Variable parques arqueológicos 883
4.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, tipo A 887
5. Fichas metodológicas de condicionantes legales 891
5.1 Criterio condicionantes legales 891
5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical) 896
5.1.2. Variable áreas protegidas 902
5.1.3. Variable planes de ordenación forestal 907
5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, tipos B y C 911
5.1.5. Variable distinciones internacionales 916
5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social 921
5.1.7 Variable Agricultura de bajo impacto 930
5.1.8 Variable gestión de riesgo 934
5.1.9. Variable zonas de importancia para fiebre aftosa 938

1. Fichas metodológicas del componente físico

1.1. Criterio disponibilidad de nutrientes

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Acidez (pH), expresada pH.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresada en cmol/kg de suelo.
- Saturación de bases, expresada en porcentaje (%).
- Carbono orgánico, expresado en porcentaje (%).

DEFINICIÓN

Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

En la medida en que los suelos tengan mayores contenidos de nutrientes, es decir que cuenten con altas la saturación de bases y la capacidad de intercambio, las plantas gramíneas y leguminosas los obtendrán en forma fácil y oportuna, lo cual se verá reflejado en un buen desarrollo de las pasturas con abundante follaje (UPRA, 2013).

Por otro lado, cuando las pasturas están bien desarrolladas, tienen mayores defensas contra los ataques de las plagas y enfermedades.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No se consideran áreas donde la baja cantidad de nutrientes limite el establecimiento de pasturas. En sectores donde los nutrientes son muy bajos, los costos de adecuación con enmiendas resultan muy elevados, lo cual compite a corto y mediano plazo con la rentabilidad de los cultivos de pastos.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diversos tamaños y aptitudes diferentes al componente mayor.

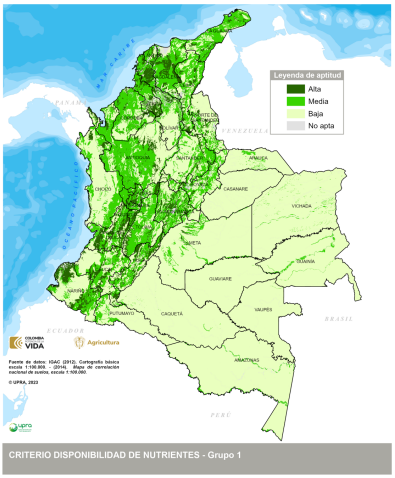
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de disponibilidad de nutrientes por agrupación de pasturas se obtuvo a partir de un de una suma ponderada (0,4*Saturación de bases + 0,2*Capacidad de intercambio catiónico (CIC) + 0,3*acidez (pH) + 0,1*carbono orgánico), para gramíneas y (0,1*Saturación de bases + 0,3*Capacidad de intercambio catiónico (CIC) + 0,2*acidez (pH) + 0,4*carbono orgánico), para las leguminosas, con clasificación por natural *breaks*.

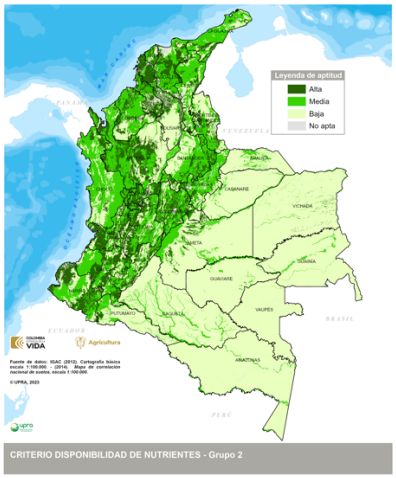
La información para las variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014), donde se encuentran los contenidos de los elementos mayores y las variables que son responsables de su almacenamiento como la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y el pH como factor que determina la disponibilidad de cada uno de los elementos.

El resultado de integración por agrupación se muestra a continuación:

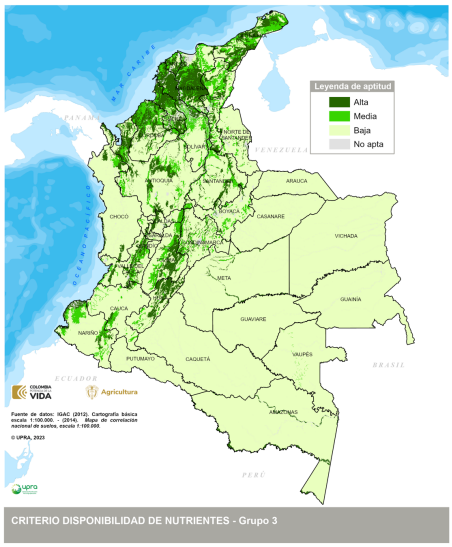
Agrupaciones de gramíneas



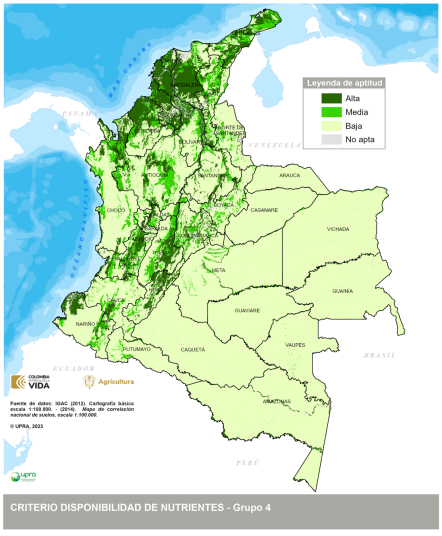
Grupo 1



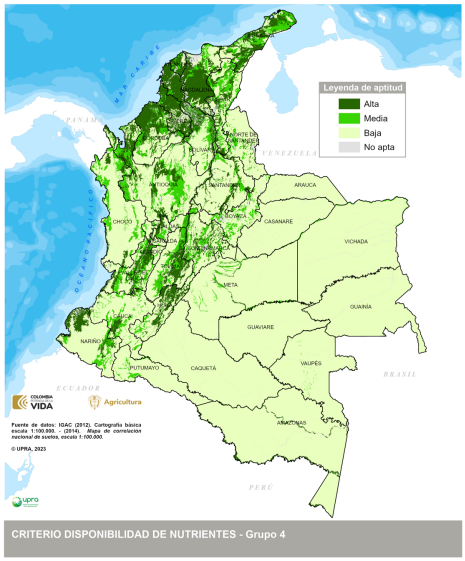
Grupo 2



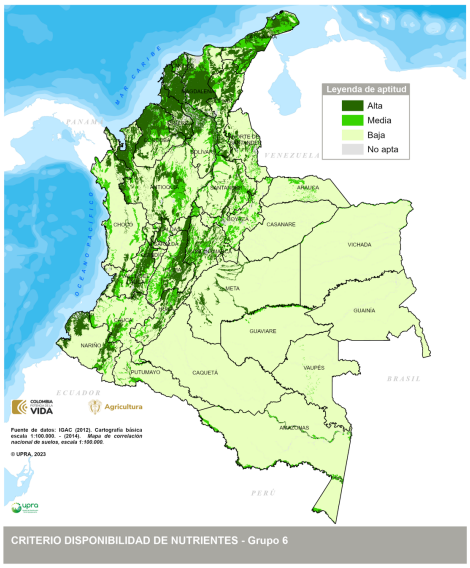
Grupo 3



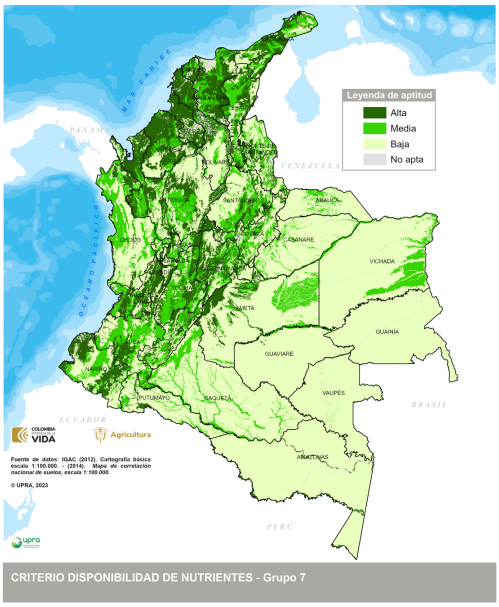
Grupo 4



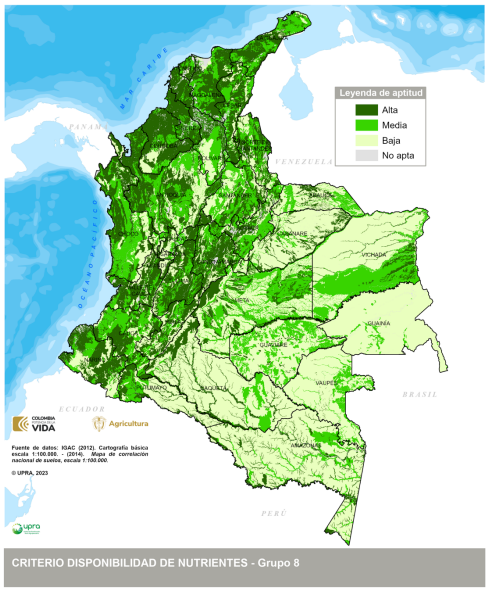
Grupo 5



Grupo 6

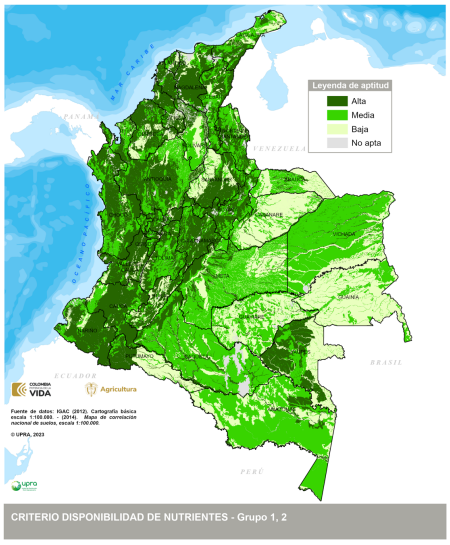


Grupo 7

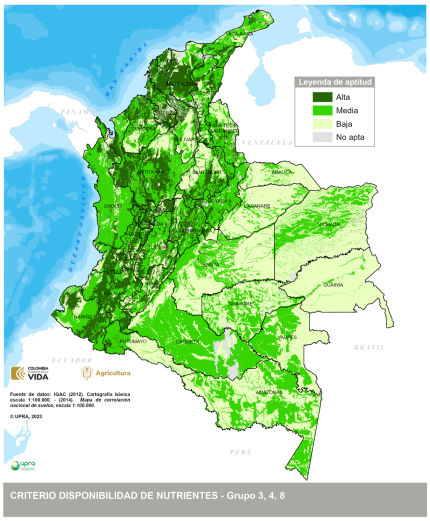


Grupo 8

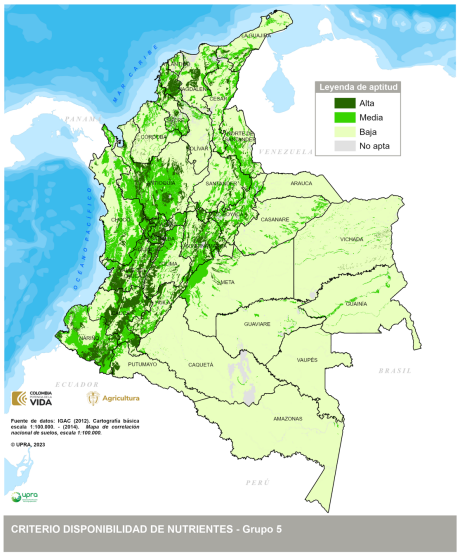
Agrupaciones de leguminosas



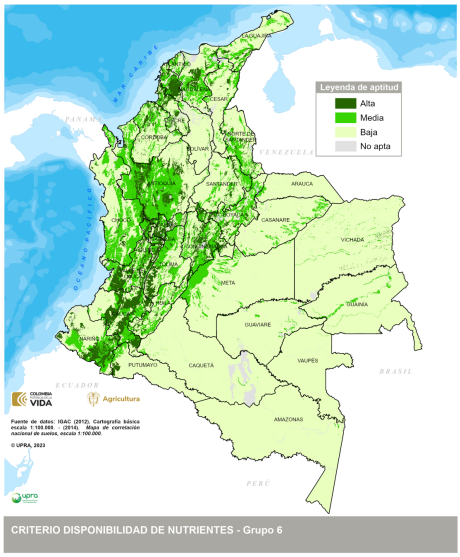
Grupos 1,2



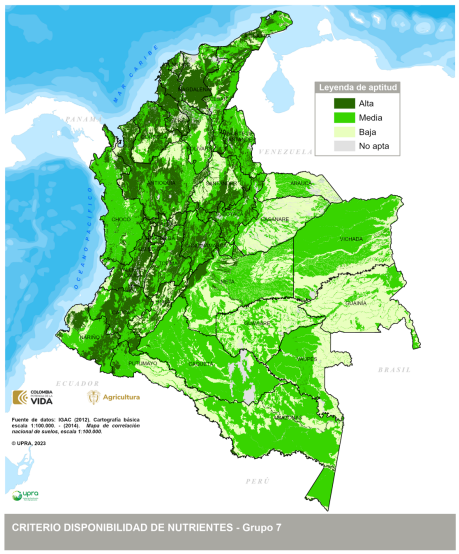
Grupos 3,4,8



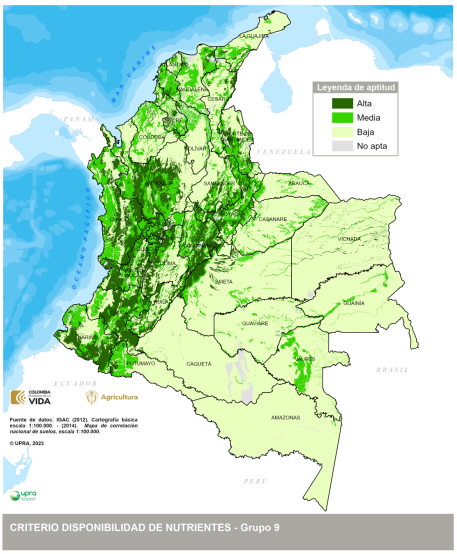
Grupo 5



Grupo 6



Grupo 7



Grupo 9

Posteriormente, cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación.

Integración del criterio, gramíneas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,060
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Integración del criterio, leguminosas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1(Calopo)	0,032
Grupo 2 (Centrocema)	0,017
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	0,159
Grupo 4 (Soya perenne)	0,103
Grupo 5 (Trébol rojo)	0,048
Grupo 6 (Alfalfa)	0,224
Grupo 7 (Leucaena)	0,072
Grupo 8 (Guásimo)	0,322
Grupo 9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las clases de aptitud son el resultado de una ponderación, donde se da un valor representativo a cada una de las variables que conforman el criterio, expresado en porcentaje, que representa la importancia en el desarrollo de los cultivos (0,4*Saturación de bases + 0,2*Capacidad de intercambio catiónico (CIC) + 0,3*acidez (pH) + 0,1*carbono orgánico) para gramíneas y (0,1*Saturación de bases + 0,3*Capacidad de intercambio catiónico (CIC) + 0,2*acidez (pH) + 0,4*carbono orgánico), para leguminosas.

A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de disponibilidad de nutrientes, donde se tuvo en cuenta los requerimientos nutricionales de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; Lapointe y Miles, 1992; Bernal, 1994; Argel, 2005; CIAT, 2010; Arce et al., 2013 y Corpoica, 2017).

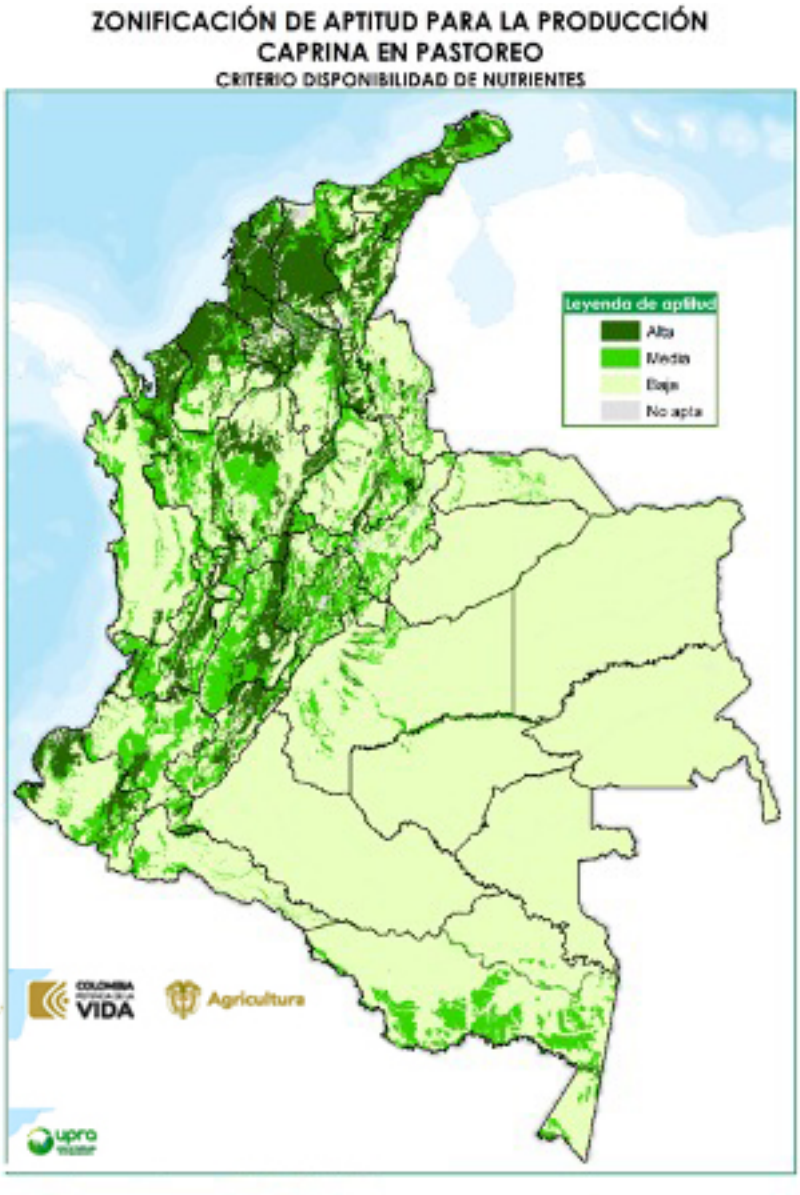
Criterio de calificación	Aptitud
Se presentan las condiciones ideales por disponibilidad de nutrientes, para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	Alta (A1)
Se presentan limitaciones moderadas por disponibilidad de nutrientes, para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	Media (A2)
Se presentan limitaciones fuertes por disponibilidad de nutrientes, para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	Baja (A3)
Restricciones por disponibilidad de nutrientes que imposibilitan el establecimiento de pastos para la producción caprina.	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

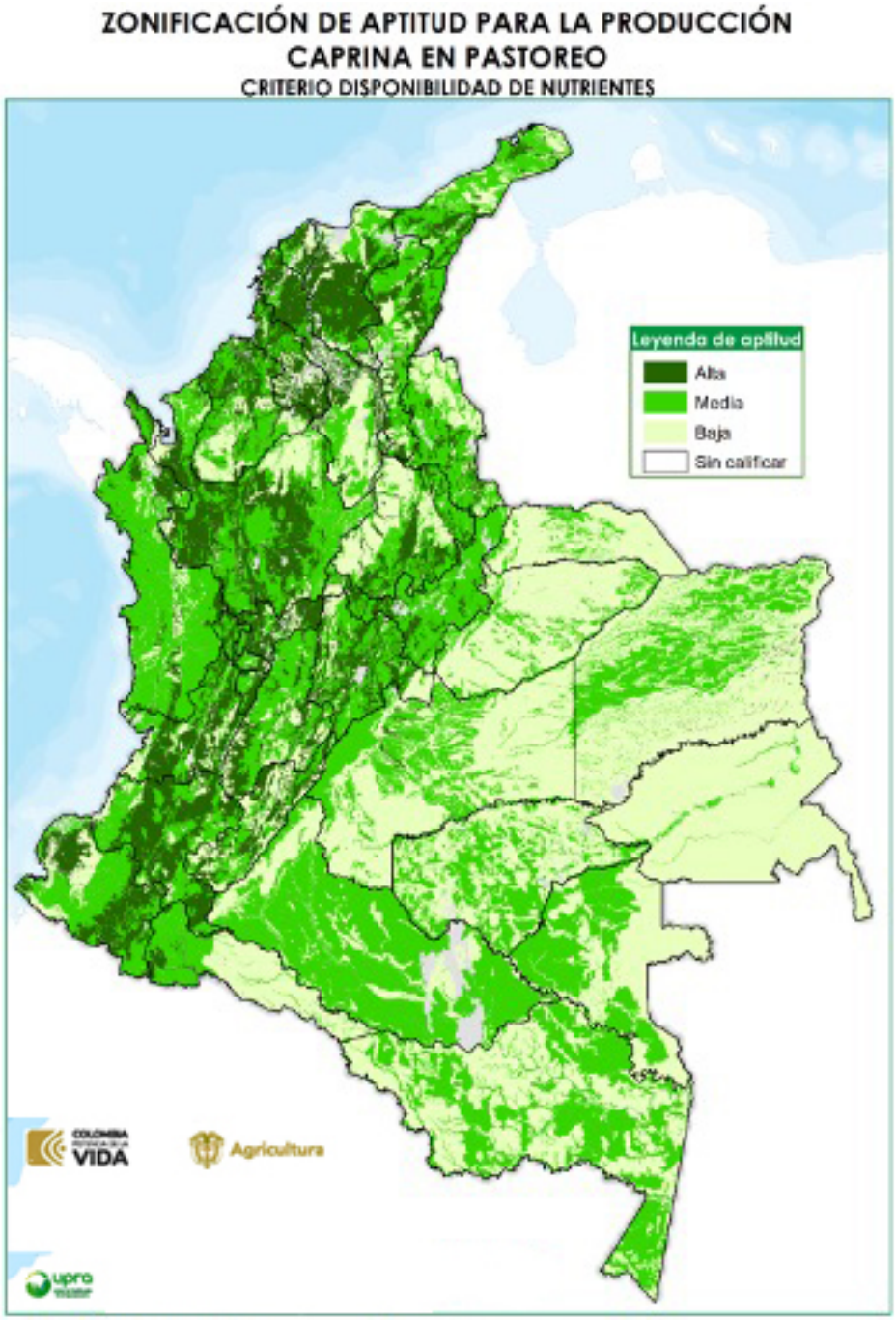
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas

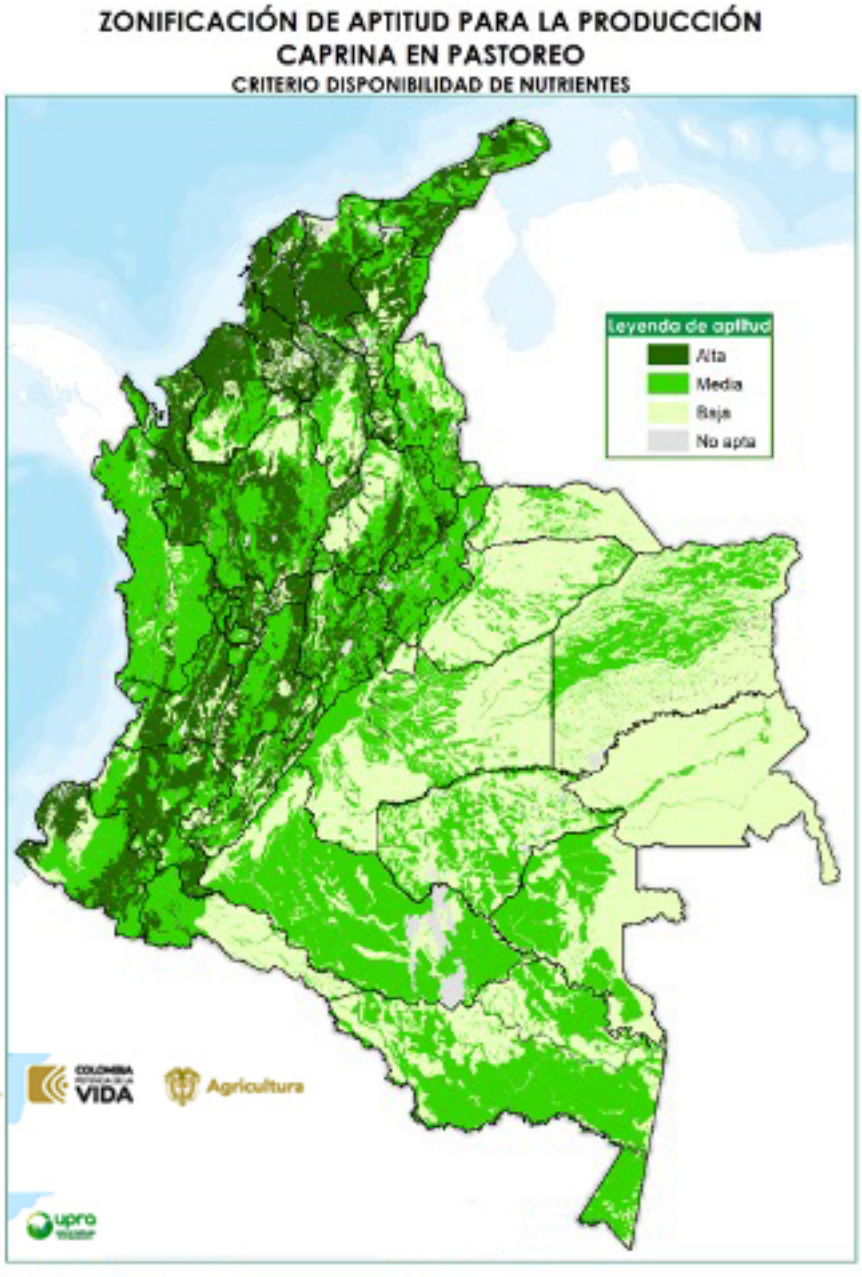


Leguminosas



Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta del 90 %, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70 % con leguminosas y 30 % de gramíneas (Deza, Mahy, Ganchegui y Romero, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica, Ciencia, Tecnología y Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (1988). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, y FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio. N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soils Taxonomy. Washington: USDA.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, Progresa. Nicaragua.

- USDA. (1961) *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook, N.° 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.1.1. Variable acidez (pH)

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: acidez (pH)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: pH</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Concentración de H^+ y OH^-, en la solución del suelo, que define su grado de acidez o alcalinidad, expresado como un valor de pH (Soil Science Society of America, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Determina la disponibilidad de los iones nutritivos para las plantas, lo que incide directamente en el uso y manejo (fertilización) y, en consecuencia, la productividad del suelo. Los elementos nutritivos presentan rangos particulares de pH donde su absorción es ideal, fuera de este rango se dificulta y si los valores son extremos, puede verse deteriorado el sistema radicular.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se consideran valores de pH que excluyan los cultivos de estos grupos de pastos y leguminosas, aunque los valores extremos presentan restricciones para la asimilación de la mayor parte de los nutrientes esenciales para las plantas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en escala 1:100.000 son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad, indica que en la misma existen áreas de diversos tamaños que tienen pH diferente al componente calificado, por lo tanto, niveles distintos de aptitud.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable acidez (pH), se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de pH se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de pH se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos, (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher, 1997; Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E, 2013; Bernal, 1994; Argüelles et al, 1977; Crowder Loy V, 1960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	< 5,0 y >7,8	-
2 (Kikuyo)	5,0-6,5	4,5- 4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
3 (Ángleton y Climacuna)	6,0-7,5	5,5-5,9 y 7,6-7,8	< 5,5 y >7,8	-
4 (Estrellas)	6,0-7,5	5,5-5,9 y 7,6-7,8	< 5,5 y >7,8	-
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	6,0-7,3	5,5-5,9 y 7,4-8,4	< 5,5 y >8,4	-
6 (Guineas)	5,8-7,3	5,0-5,7 y 7,4-7,8	< 5,0 y >7,8	-
7 (Brachiarias)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	< 4,5 y >7,3	-
8 (Humidícola)	4,8-5,5	3,8-4,7 y 5,6-7,3	<3,8 y >7,3	-

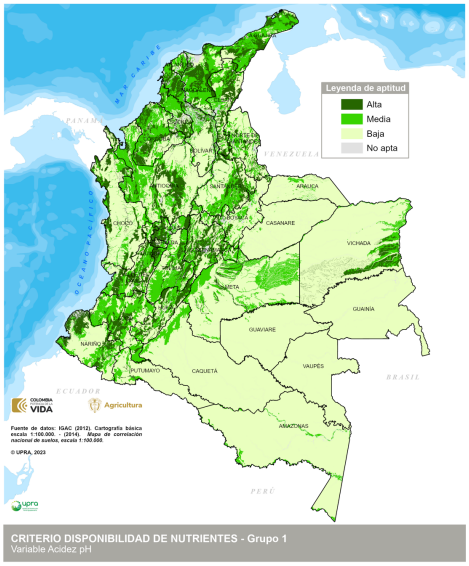
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Grupo 1(Calopo)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
Grupo 2 (Centrocema)	5,0-6,5	4,5-4,9 y 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	-
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
Grupo 4 (Soya perenne)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
Grupo 5 (Trébol rojo)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
Grupo 6 (Alfalfa)	6,0-7,3	5,0-5,9 y 7,4-8,0	<5,0 y >8,0	-
Grupo 7 (Leucaena)	6,0-7,3	5,0-5,9 y 7,4-8,0	<5,0 y >8,0	-
Grupo 8 (Guásimo)	5,5-6,5	5,0-5,4 y 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	-
Grupo 9 (Sauco)	5,0-6,0	4,5-4,9 y 6,1-7,8	<4,5 y >7,8	-

UNIDAD DE ANÁLISIS

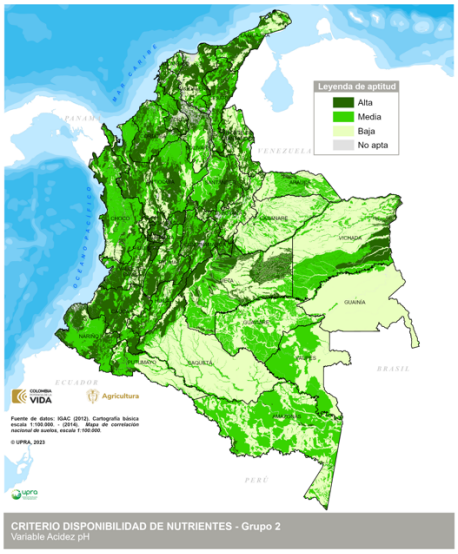
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

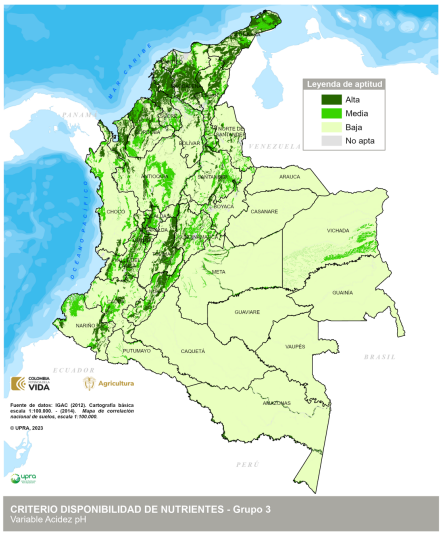
Grupos de gramíneas



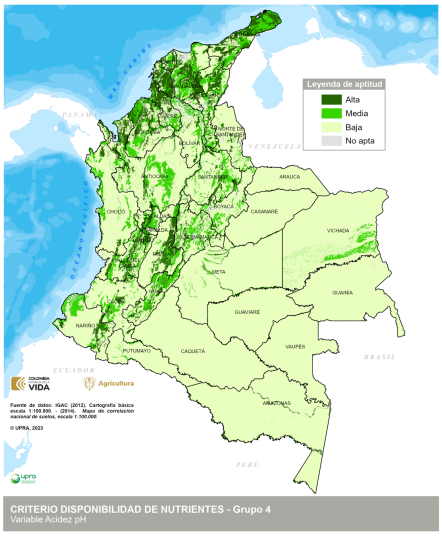
Grupo 1



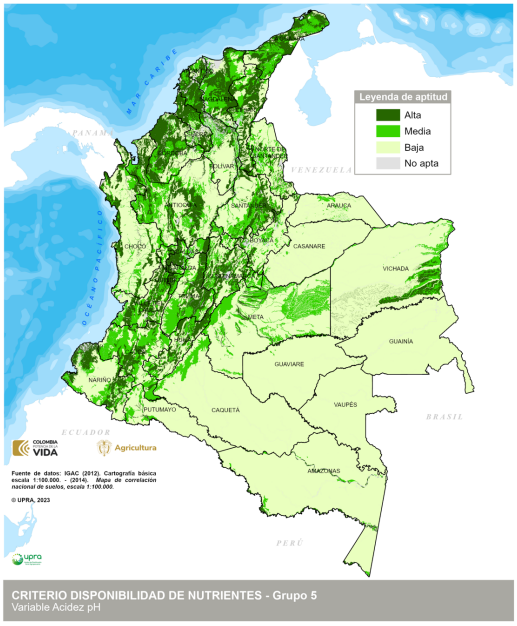
Grupo 2



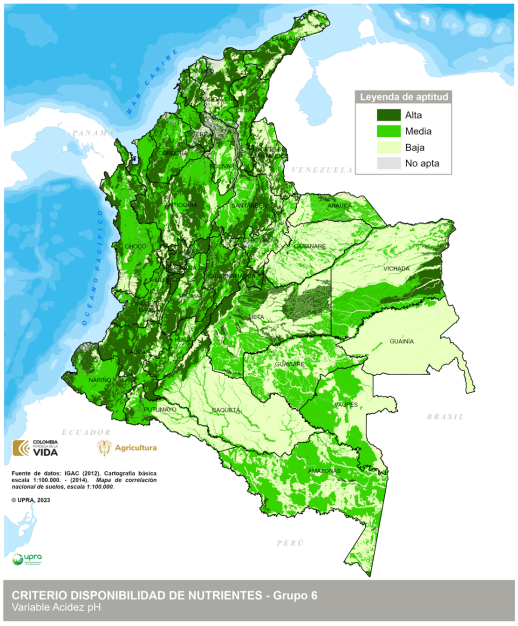
Grupo 3



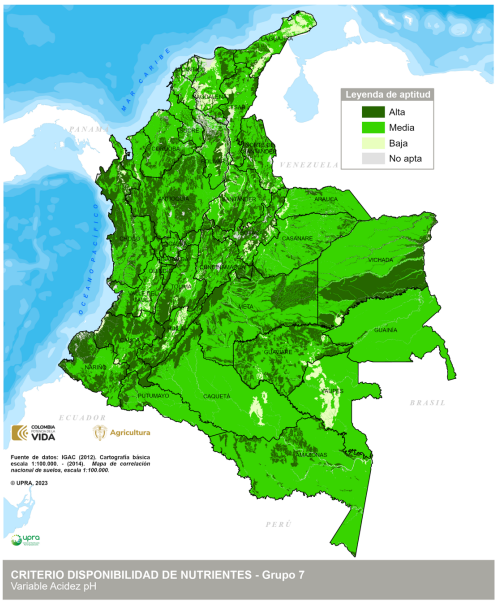
Grupo 4



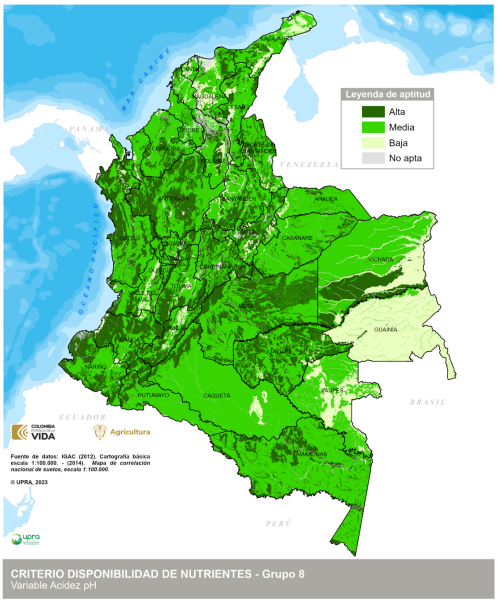
Grupo 5



Grupo 6

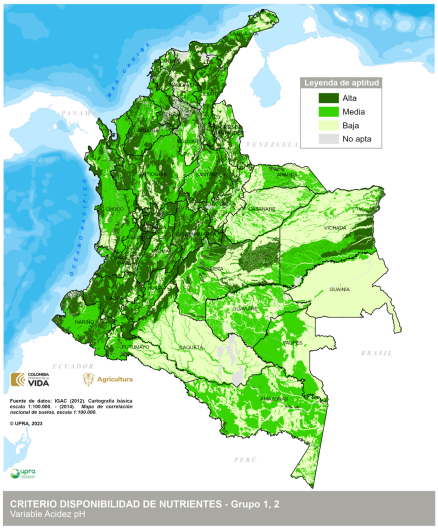


Grupo 7

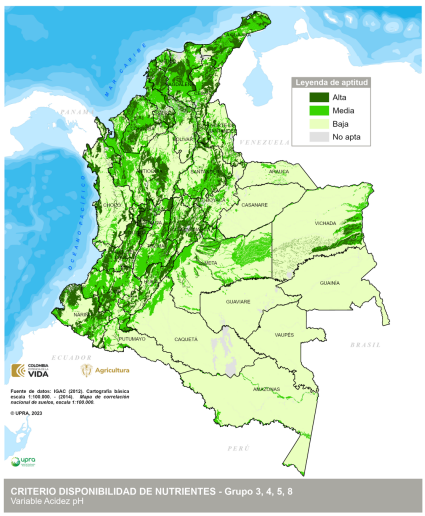


Grupo 8

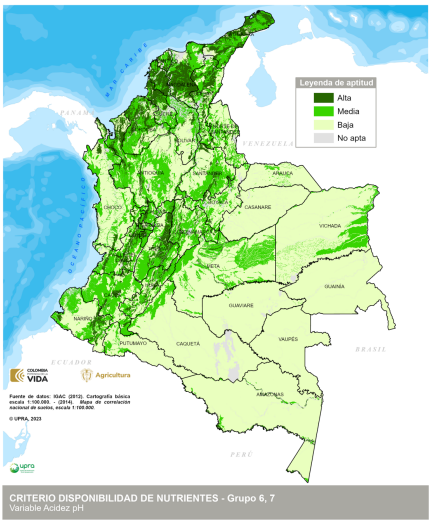
Grupos de leguminosas



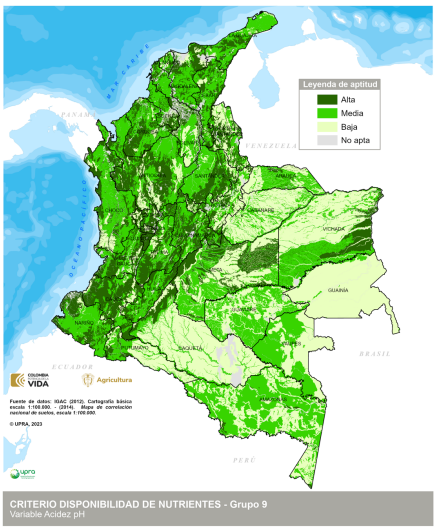
Grupo 1,2



Grupo 3,4,5,8



Grupo 6,7



Grupo 9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica, Ciencia, Tecnología y Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, y FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., y Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Soil Science Society of America. Glossary of Soils Science Terms. (2018). Soils sustain life. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT y CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, Progresa. Nicaragua.

1.1.2. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: capacidad de intercambio catiónico (CIC)	**UNIDAD DE MEDIDA**: cmol/kg de suelo	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

De acuerdo con Chapman (Malagón, 1995), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo y dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos, pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y usualmente se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo, cmol/kg de suelo o milimoles de carga por kg de suelo, o del material edáfico al que se le determinó.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide directamente sobre la fertilidad de los suelos, afectando la productividad de las pasturas, dada su influencia en el volumen de almacenamiento de los cationes solubles que se encuentran en el suelo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se establece área no apta (N1) por esta variable, debido a que en las unidades de tierras con baja CIC, se pueden aplicar enmiendas como la materia orgánica para elevar el valor de la variable, o establecer pasturas con diferentes niveles de rendimientos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones y aptitudes distintas al componente calificado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable de capacidad de intercambio catiónico (CIC) se abordó a partir de la información de los resultados de laboratorio de los perfiles de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de CIC se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de CIC, se realizaron para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos, (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupo de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	cmol/kg de suelo			
1 (Raigrases)	>20	10-20	<10	-
2 (Kikuyo)	>20	10-20	<10	-
3 (Ángleton y Climacuna)	>20	15-20	<15	-
4 (Estrellas)	>20	15-20	<15	-
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	>20	10-20	<10	-
6 (Guineas)	>20	10-20	<10	-
7 (Brachiarias)	>15	5-15	<5	-
8 (Humidícola)	>10	5-10	<5	-

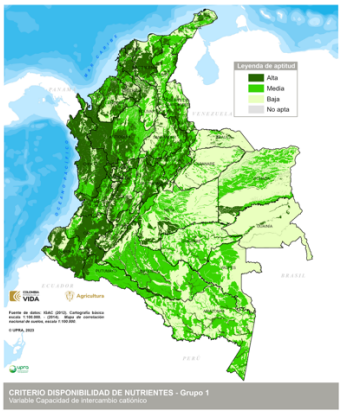
Grupo de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	cmol/kg de suelo			
1 (Calopo)	>15	5-15	<5	-
2 (Centrocema)	>15	5-15	<5	-
3 (Fríjol terciopelo)	>20	10-20	<10	-
4 (Soya perenne)	>20	10-20	<10	-
5 (Trébol rojo)	>20	10-20	<10	-
6 (Alfalfa)	>20	10-20	<10	-
7 (Leucaena)	>15	5-15	<5	-
8 (Guásimo)	>20	10-20	<10	-
9 (Sauco)	>15	5-15	<5	-

UNIDAD DE ANÁLISIS

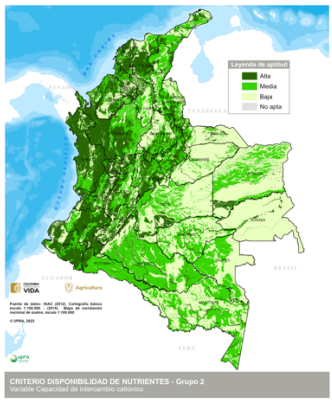
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

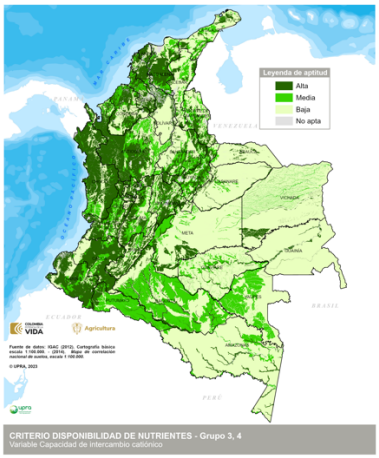
Grupos de gramíneas



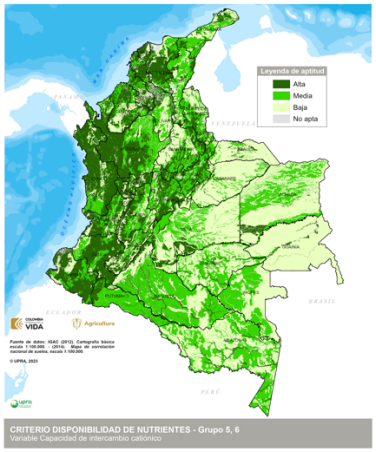
Grupo 1



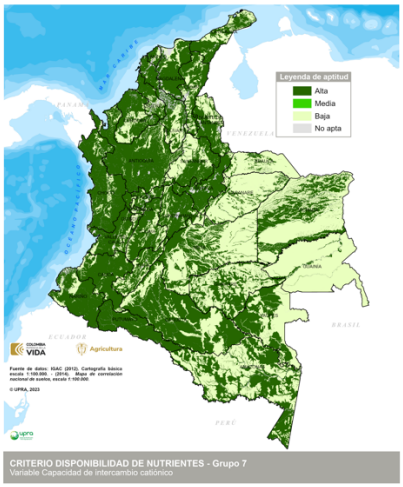
Grupo 2



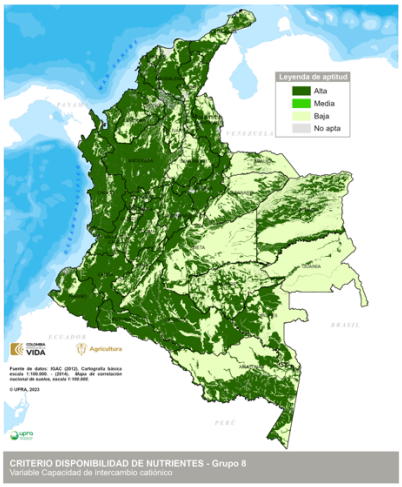
Grupo 3 y 4



Grupo 5 y 6

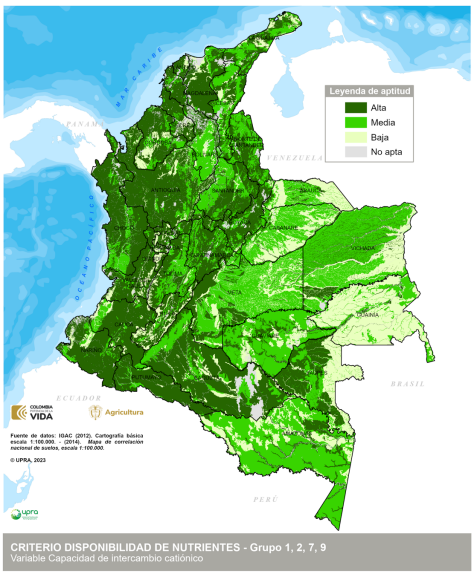


Grupo 7

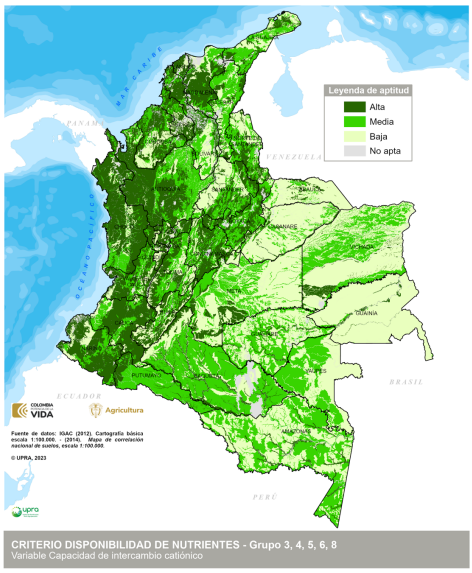


Grupo 8

Grupos de leguminosas



Grupo 1,2,7,9



Grupo 3,4,5,6,8

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, editor y FAO, productor).
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., y Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Malagón, D. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Bogotá: IGAC. p. 423-427.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, Progresa. Nicaragua.

1.1.3. Variable saturación de bases

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: saturación de bases	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía según si la capacidad de intercambio catiónico incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez total determinada a pH 7 u 8. A menudo se expresa como un porcentaje (Soil Science Society of America, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Estima directamente la cantidad de nutrientes esenciales disponibles en el suelo, afectan contundentemente la cantidad y calidad de forraje, determinan el tipo de pastura a establecer y el manejo químico de los suelos. Esta variable es fundamental bajo el enfoque de bajos insumos, clásico en la ganadería extensiva, sin embargo, puede mejorarse con la aplicación de fertilizantes, pero implica aumento de los costos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se determinó área no apta por esta variable, debido a que, en las unidades de tierras con baja saturación, se puede aplicar fertilizantes para regular el contenido de bases, como parte del manejo de las praderas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000, son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diversos tamaños que tienen saturaciones diferentes al componente calificado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable saturación de bases se construyó a partir de la información de los resultados del laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de saturación de bases se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos, La construcción de rangos de pH se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Porcentaje %			
1 (Raigrases)	>35	10-35	<10	-
2 (Kikuyo)	>35	10-35	<10	-
3 (Ángleton y Climacuna)	>70	50-70	< 50	-
4 (Estrellas)	>70	50-70	< 50	-
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	>50	35-50	< 35	-
6 (Guineas)	>50	35-50	<35	-
7 (Brachiarias)	> 35	10-35	< 10	-
8 (Humidícola)	>10	5-10	<5	-

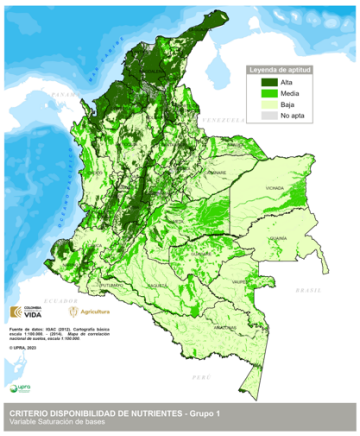
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Porcentaje %			
1 (Calopo)	>35	10-35	<10	-
2 (Centrocema)	>35	10-35	<10	-
3 (Fríjol terciopelo)	>50	35-50	<35	-
4 (Soya perenne)	>50	35-50	<35	-
5 (Trébol rojo)	>50	35-50	<35	-
6 (Alfalfa)	>50	35-50	<35	-
7 (Leucaena)	>35	10-35	<10	-
8 (Guásimo)	>50	35-50	<35	-
9 (Sauco)	>35	10-35	<10	-

UNIDAD DE ANÁLISIS

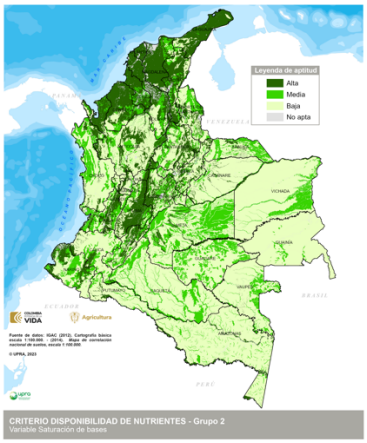
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

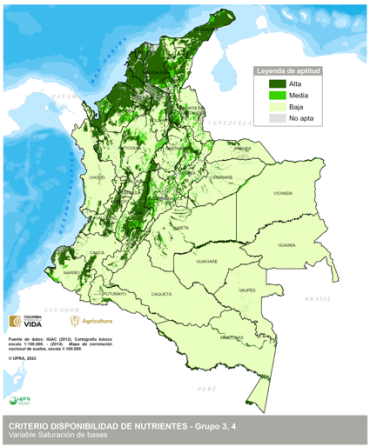
Grupos de gramíneas



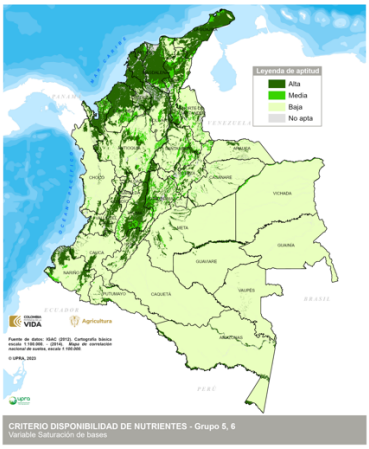
Grupo 1



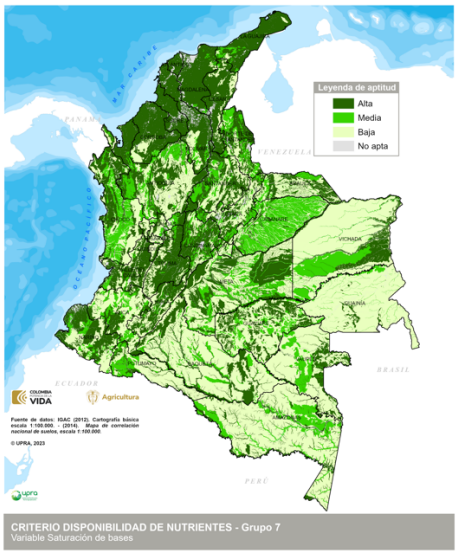
Grupo 2



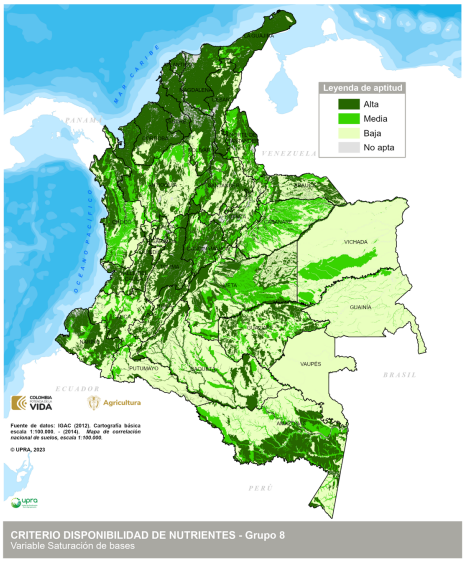
Grupo 3 y 4



Grupo 5 y 6



Grupo 7



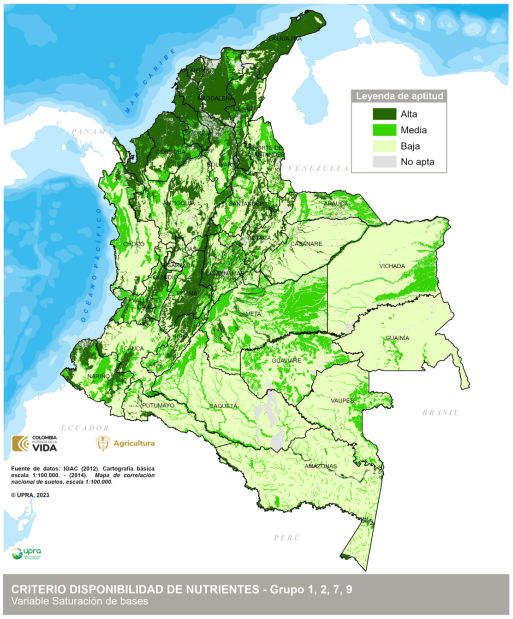
Grupo 8

UNIDAD DE ANÁLISIS

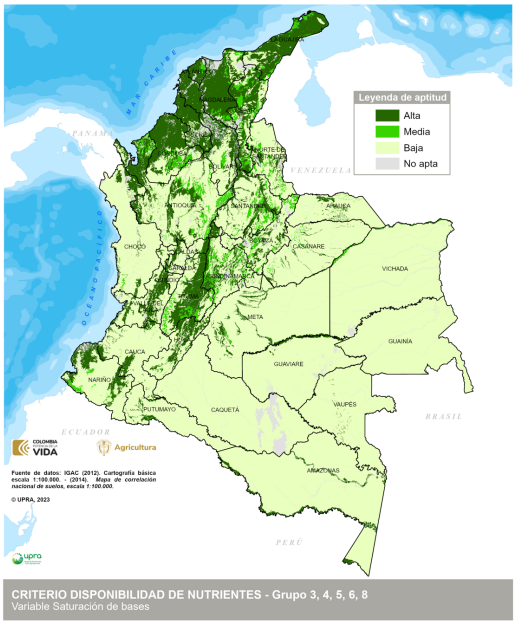
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Grupos de leguminosas



Grupo 1,2,7,9



Grupo 3,4,5,6,8

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.

- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, y FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Soil Science Society of America (2018). Glossary of Soils Science Terms. Recuperado de: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.

USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.1.4. Variable carbono orgánico

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: carbono orgánico	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

El carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos alterados, de plantas y animales, y microorganismos vivos y muertos, en el humus y en forma muy condensada, casi como carbono elemental (carbón vegetal, grafito, carbón) (Jackson, 1958).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El carbono orgánico del suelo es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica, por esto es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro. El carbono visto desde la materia orgánica se relaciona con la cantidad y disponibilidad de nutrientes al aportar nitrógeno, cuyo aporte mineral por el suelo es escaso. Así, como también modifica el grado de acidez hacia valores cercanos a neutros, aumenta la solubilidad de varios nutrientes, proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico; en las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto la parte biológica, el carbono es esencial (Aguilera, 2000), proporciona fuentes energéticas a los organismos del suelo, generalmente heterótrofos, en forma de carbono lábil (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (Borie et al., 1999).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se estableció área no apta (N1) por esta variable, debido a que en las unidades de tierras con bajo carbono orgánico se pueden mejorar aplicando materia orgánica para establecer las pasturas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de distintos tamaños que tienen saturación y aptitud diferentes al componente calificado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir del contenido de carbono orgánico registrado en la información de los resultados del laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de los contenidos de carbono orgánico del suelo se tomaron de los horizontes superficiales del perfil modal.

Los suelos Histosoles y Andisoles tienen calificación diferente porque tienen altos contenidos de carbono orgánico en forma natural y su comportamiento difiere de los suelos minerales, ya que interfiere en forma negativa en la asimilación de los elementos menores.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de carbono orgánico, se realizaron para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupos de gramíneas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Porcentaje (%)			
1 (Raigrases)	> 4,0 - ≤10; (Andisoles > 4,0 - ≤15)	≥ 2,7 - ≤ 4,0; >10; (Andisoles >15)	< 2,7; Histosoles	-
2 (Kikuyo)	> 2,7 - ≤10; (Andisoles > 2,7 - ≤15)	≥ 1,3 - ≤ 2,7; >10; (Andisoles >15)	< 1,3; Histosoles	-
3 (Ángleton Climacuna)	> 1,2 - ≤10	≥ 0,5 - ≤ 1,2; >10	< 0,5; Histosoles	-
4 (Estrellas)				
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)				
6 (Guineas)				
7 (Brachiarias)				
8 (Humidícola)				

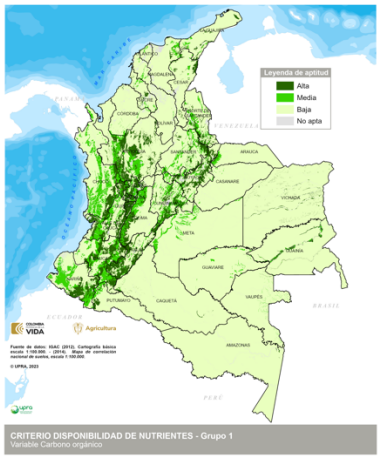
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	Porcentaje (%)			
1 (Calopo)	0,5-10,0; Andisoles ≤15	0,2- 0,5 y >10,0; Andisoles >15	< 0,2	Andisoles
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)	2,6-10,0; Andisoles ≤15	1,3-2,6 y >10,0; Andisoles >15	<1,3	
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)	0,5-10,0; Andisoles ≤15	0,2- 0,5 y >10,0; Andisoles >15	< 0,2	
8 (Guásimo)	0,5 -10,0; Andisoles ≤15	0,2-0,5 y >10,0; Andisoles >15	< 0,2	
9 (Sauco)	2,6-10,0; Andisoles ≤15	1,3-2,6 y >10,0; Andisoles >15	<1,3	

UNIDAD DE ANÁLISIS

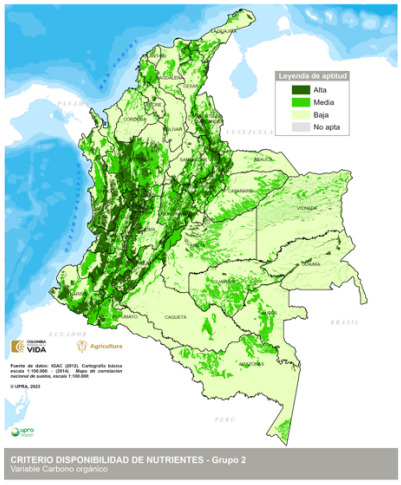
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

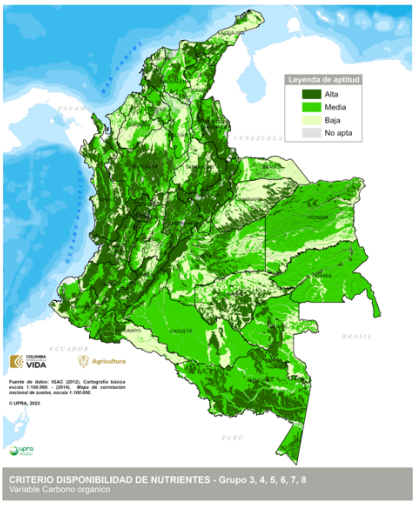
Grupos de gramíneas



Grupo 1



Grupo 2



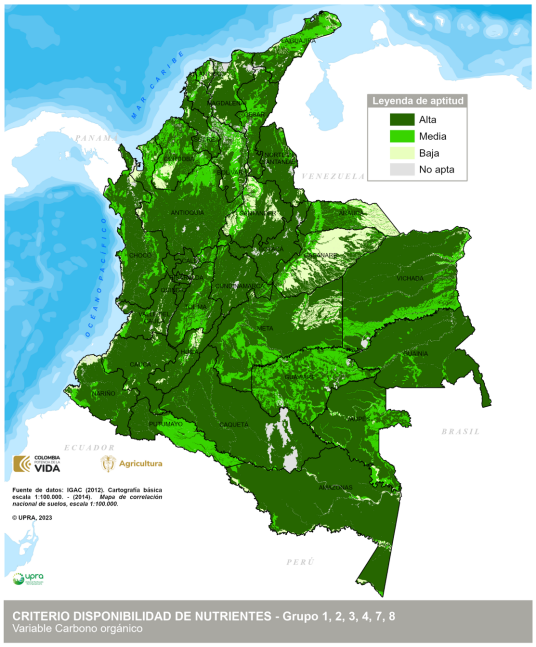
Grupo 3, 4, 5, 6, 7 y 8

UNIDAD DE ANÁLISIS

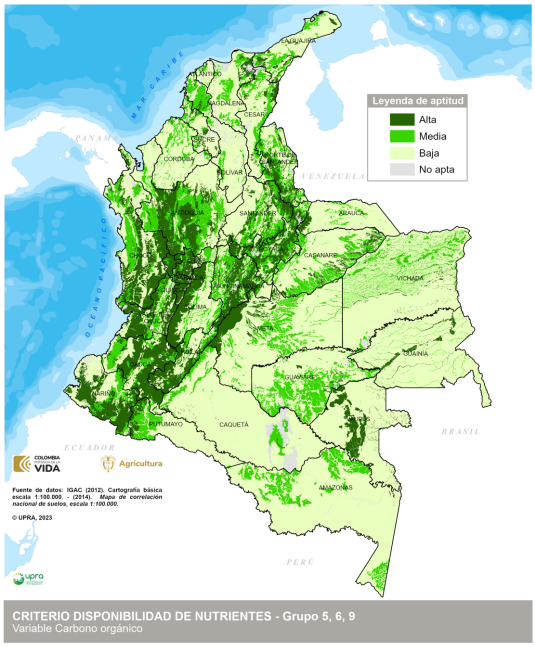
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Grupos de leguminosas



Grupo 1,2,3,4,7,8



Grupo 5,6,9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilera, S.M., 2000. Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos. Simposio Proyecto Ley Protección de Suelo. Boletín N.° 14. Valdivia, Chile, p. 77-85.
- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M. Germán, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.

- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- Borie, G.; Aguilera, S. y Peirano, P. (1999). «Actividad biológica en suelos». En: Frontera Agrícola 5. p. 29-32.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J. p. 205.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.2. Criterio toxicidad por sales y/o sodio y aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprinos (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: TOXICIDAD POR SALES Y/O SODIO Y ALUMINIO		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Salinidad o sodicidad, salinidad expresada como conductividad eléctrica -CE (dS/m) y sodicidad expresada en porcentaje de saturación de sodio PSI (%).
- Saturación de aluminio, expresada en porcentaje (%).

DEFINICIÓN

Presencia de elementos minerales en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicos a las plantas, restringiendo su crecimiento y producción; además, tienen efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos (UPRA, 2013), (FAO, 1991), (FAO, 1976).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los altos contenidos de sales, sodio y aluminio restringen el uso de las tierras a plantas tolerantes y/o resistentes, además que incrementa los costos para su adecuación y manejo (enmiendas), y en su medida disminuye la productividad del suelo (UPRA, 2013), (FAO, 1991), (FAO, 1976).

En el ámbito de los suelos colombianos, tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo, la presencia de altas saturaciones de aluminio, y en suelos básicos generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.

El sodio (Na), además de ser un elemento perjudicial para la estructura del suelo debido al efecto dispersante, produce disminución del crecimiento de las raíces de las plantas y necrosis en las hojas.

El aluminio (Al) es uno de los elementos que se encuentran en mayor concentración en el suelo, pero su disponibilidad para las plantas está por lo general en bajas concentraciones, salvo en suelos ácidos. En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y tallos y las hojas pueden tomar un color púrpura (similar a la producida por deficiencia de fósforo, ya que afecta el metabolismo del fosfato), inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.

Las sales afectan la absorción de otros elementos (K^+, NO_3, fósforo PO_4) por la planta, aumentan el pH y la presión osmótica en la solución del suelo e inhiben la división celular.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

De acuerdo con la fisiología de las plantas y teniendo en cuenta las propiedades de los suelos colombianos, las variables salinidad y porcentaje de sodio tienen rangos donde no es conveniente el establecimiento de gramíneas y leguminosas; no se aconsejan estos cultivos en suelos con salinidad mayor a 8 dS/m, ni con saturación de sodio superior a 15 % PSI. Por aluminio se presenta exclusión únicamente en el grupo del Ángleton y Climacuna.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de ésta existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones y aptitud diferentes al componente mayor.

En cuando a los contenidos de sales y sodio, la información química del mapa de correlación nacional de suelos, en muchos casos se refiere solamente a la presencia del elemento sin indicar rangos como los propuestos, por lo tanto, se recurre a la interpretación de la taxonomía de suelos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de toxicidad por sales y/o sodio y aluminio por agrupación de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión, donde se integraron las variables. La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014), que corresponde a la saturación de aluminio y salinidad y sodicidad.

Árbol para de decisión gramíneas

Saturación de aluminio (%)	Salinidad (CE dS/m)	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1
A2	A1	A1	A2
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1
A3	A1	A1	A3
		A3	A3
	A2	A1	A3
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1
N1	Cualquiera	Cualquiera	N1

Árbol para leguminosas (grupos 1,2,5,7,9)

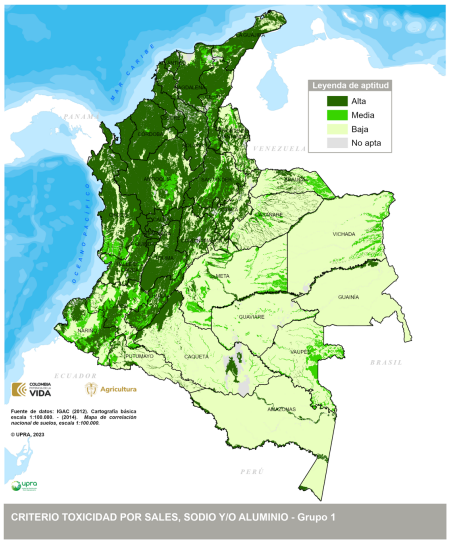
Saturación de aluminio (%)	Salinidad (CE dS/m)	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
≤ 30	≤ 4	No sódico	A1
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	>4 - ≤ 8	No sódico	A1
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	> 8	Cualquiera	A3
> 30 - ≤ 60	≤ 4	No sódico	A2
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	>4 - ≤ 8	No sódico	A2
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	> 8	Cualquiera	A3
> 60	≤ 4	No sódico	A3
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	>4 - ≤ 8	No sódico	A3
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	> 8	Cualquiera	A3

Árbol para leguminosas (grupos 3,4,6,8)

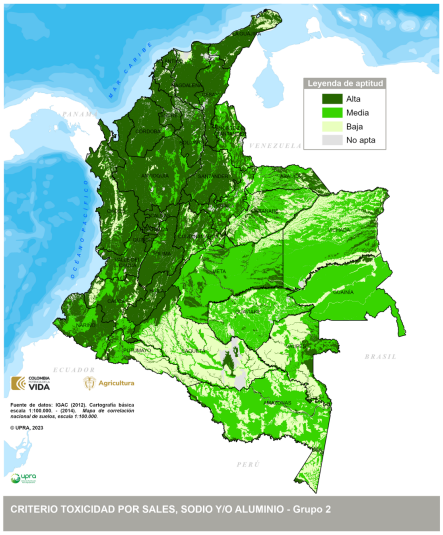
Saturación de aluminio (%)	Salinidad (CE dS/m)	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
≤ 15	≤ 4	No sódico	A1
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	>4 - ≤ 8	No sódico	A1
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	> 8	Cualquiera	A3
> 15 - ≤ 30	≤ 4	No sódico	A2
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	>4 - ≤ 8	No sódico	A2
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	> 8	Cualquiera	A3
> 30-≤60	≤ 4	No sódico	A3
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	>4 - ≤ 8	No sódico	A3
		Sódico, salino sódico	Sin calificación (en blanco)
	> 8	Cualquiera	A3
>60	Cualquiera	Cualquiera	Sin calificación (en blanco

El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación.

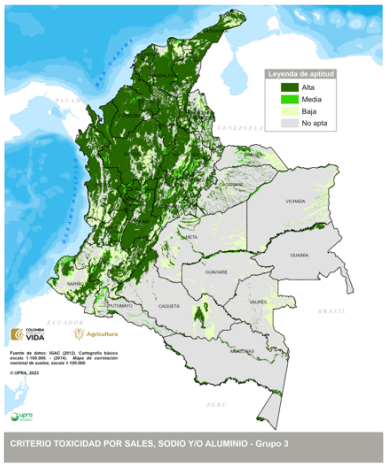
Grupos de gramíneas



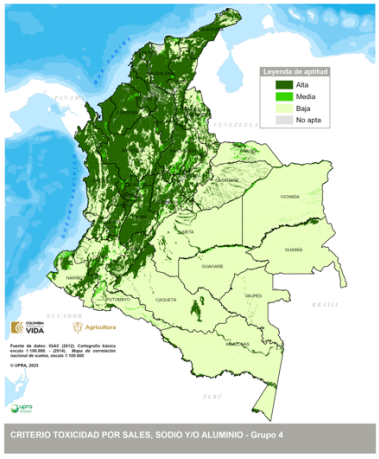
Grupo 1



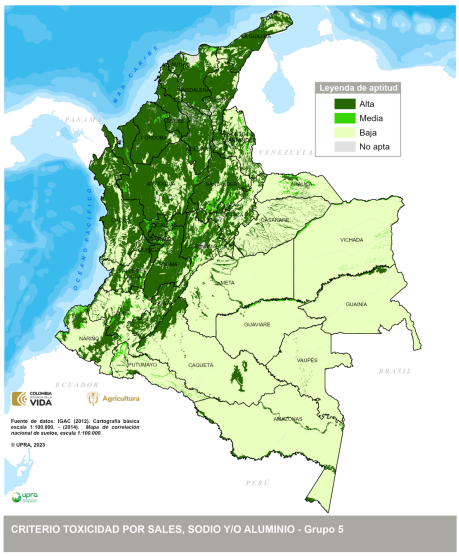
Grupo 2



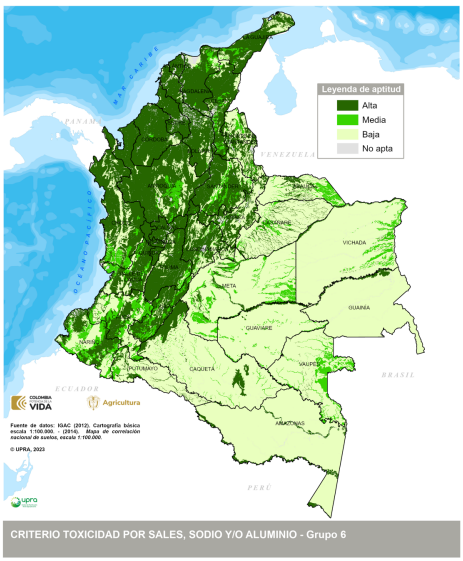
Grupo 3



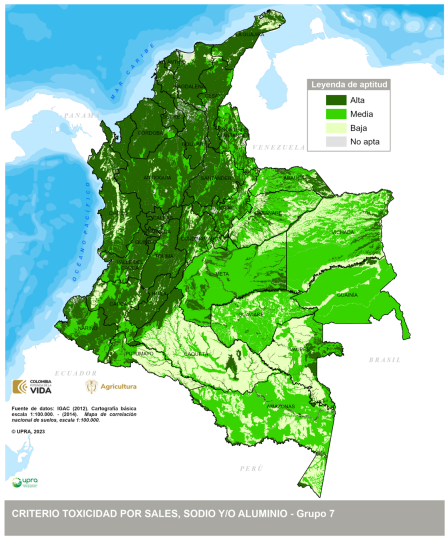
Grupo 4



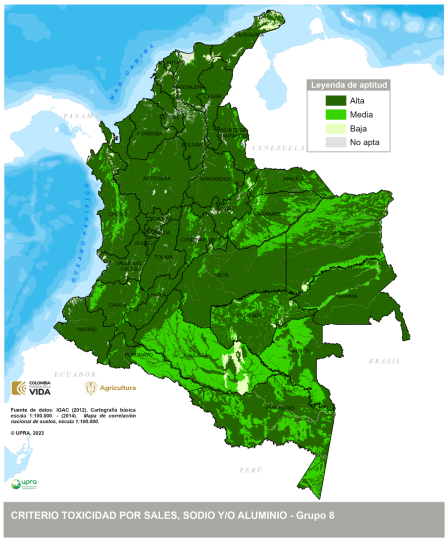
Grupo 5



Grupo 6

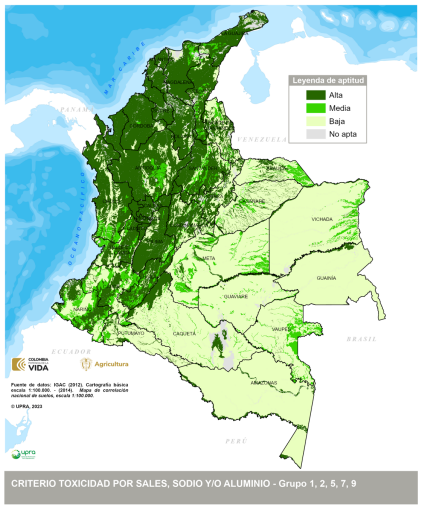


Grupo 7

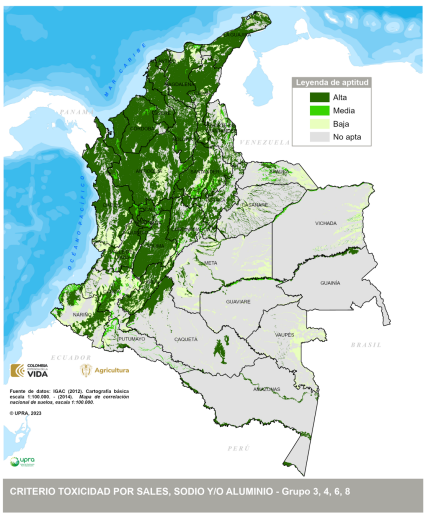


Grupo 8

Leguminosas



Grupos 1,2,5,7,9



Grupos 3,4,6,8

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación.

Integración del criterio, gramíneas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,060
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Integración del criterio, leguminosas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Calopo)	0,032
Grupo 2 (Centrocema)	0,017
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	0,159
Grupo 4 (Soya perenne)	0,103
Grupo 5 (Trébol rojo)	0,048
Grupo 6 (Alfalfa)	0,224
Grupo 7 (Leucaena)	0,072
Grupo 8 (Guásimo)	0,322
Grupo 9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada variable representa, para el desarrollo de los pastos y las leguminosas, ya que reduce las posibilidades de establecimiento y desarrollo de las plantas, por lo tanto, el grado de formación de forraje.

A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de toxicidad, donde se tuvo en cuenta la tolerancia de cada agrupación de pastos al aluminio, sales y sodio (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et el, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

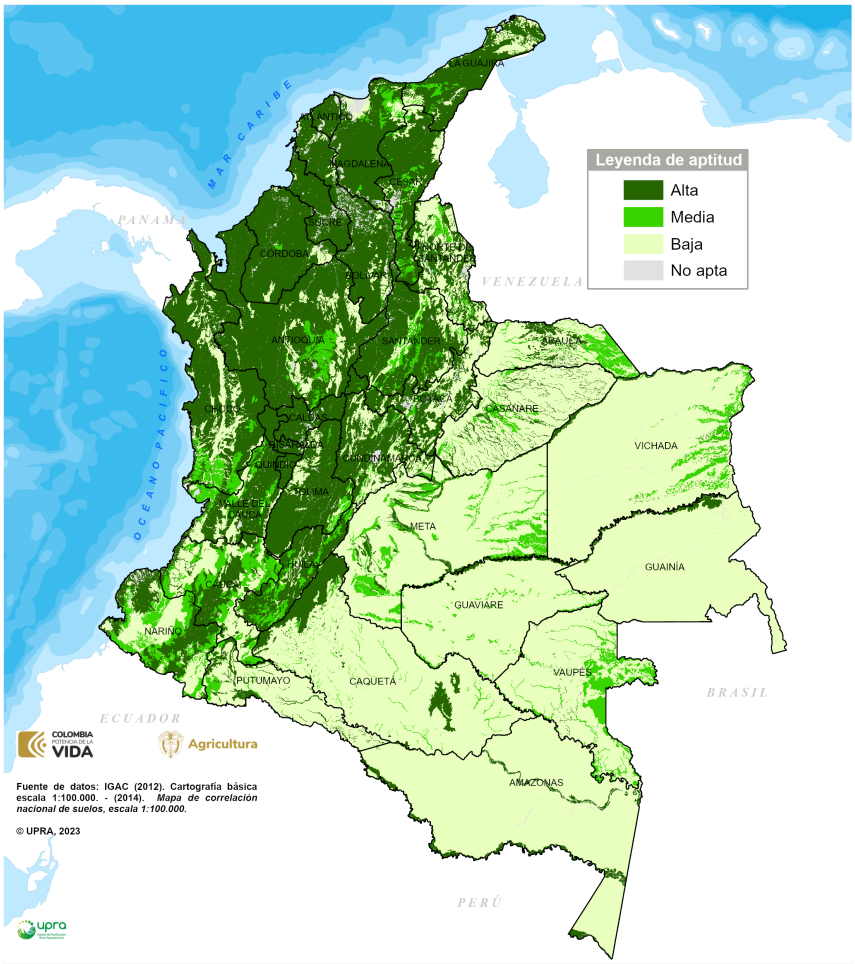
Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones óptimas de sales sodio y aluminio para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Alta (A1)
Se presentan limitaciones moderadas por toxicidad, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Media (A2)
Se presentan limitaciones fuertes por toxicidad, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Baja (A3)
Restricciones por toxicidad que imposibilitan el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	No apta N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

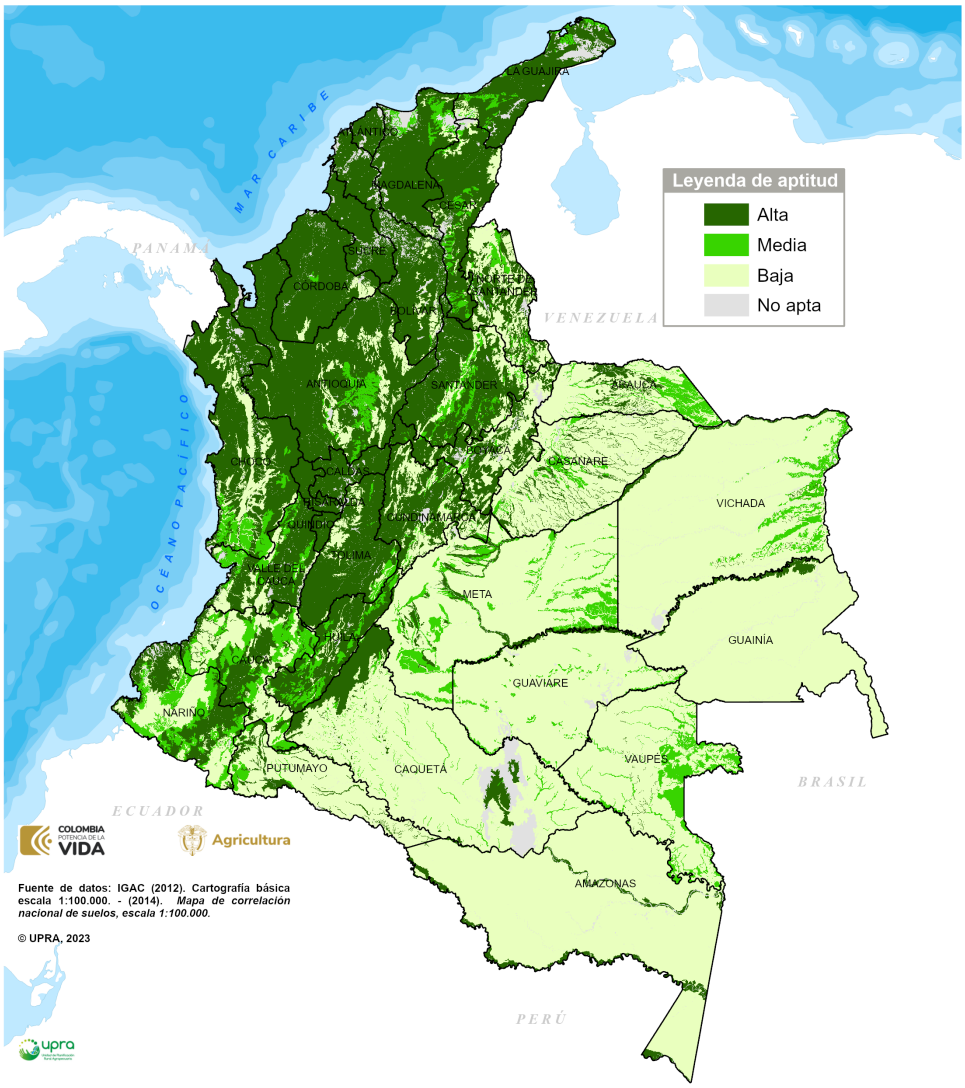
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO

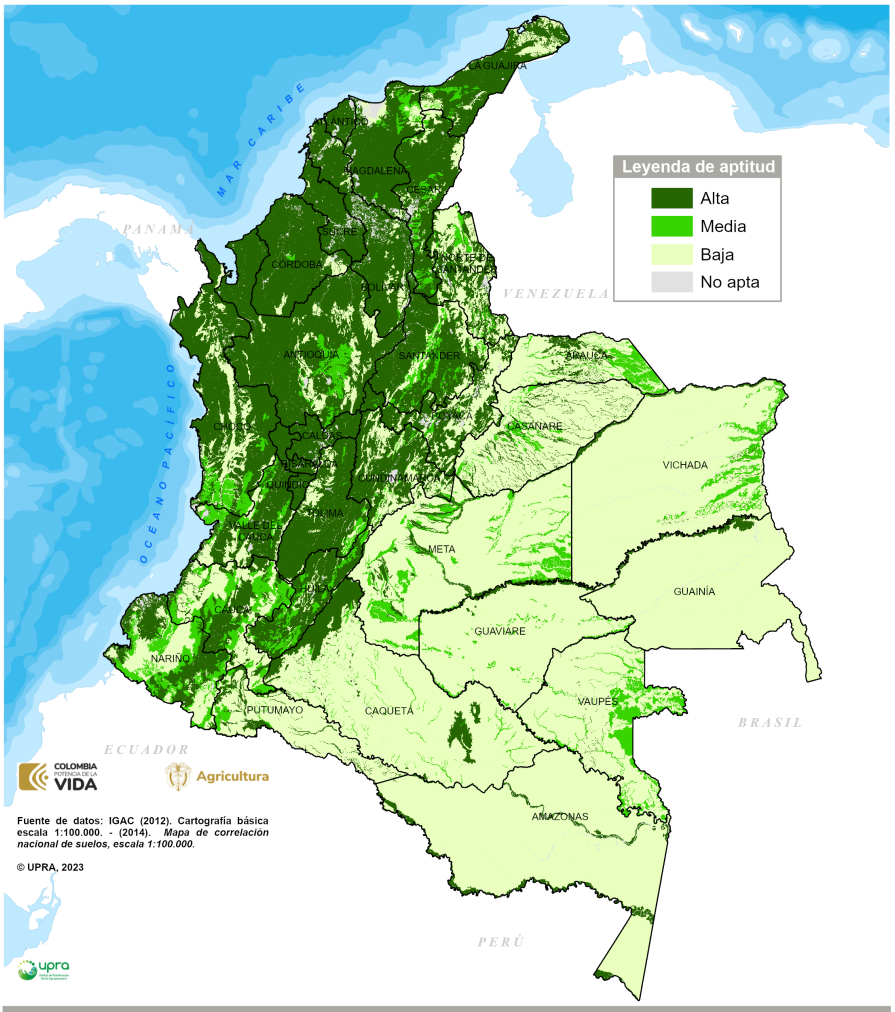
Leguminosas



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO

Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta del 90 %, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70 % con leguminosas y 30 % de gramíneas (Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- Ayarza. (1991). Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras, Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soils Taxonomy. Washington: USDA.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, (1954). Handbook 60, Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, United States Salinity Laboratory Staff, Washington.

- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.2.1. Variable saturación de aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES Y/O SODIO Y ALUMINIO		
VARIABLE: saturación de aluminio	**UNIDAD DE MEDIDA**: porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Proporción de Al^{+++} en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al^{+++} y H^{+} intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La saturación de aluminio se tiene en cuenta en el establecimiento de potreros, debido a que el aluminio es el factor más restrictivo en el crecimiento y la producción de los suelos ácidos. Limita la degradación microbiana de la materia orgánica, inhibe el crecimiento de las raíces y como consecuencia reduce la toma de agua y de nutrientes, afectando la productividad de los pastos y leguminosas.

Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al^{+3} intercambiable es necesario aplicar altas dosis de cal para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar variedades de plantas que sean tolerantes a la acidez (Cortés y Malagón, 1984).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En general no se presentan valores de exclusión (N1), dado que existen especies forrajeras para pastoreo adaptadas a diferentes condiciones; solo se generó exclusión en el grupo del Ángleton y Climacuna.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en la escala 1:100.000 son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen contenidos de aluminio distintos al componente mayor, los cuales pueden o no ser restrictivos para las pasturas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La calificación se hace con los valores de Al^{+3}, obtenidos de la información química de los perfiles contenidos en el mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Los rangos se obtuvieron a partir de la tabla para el cálculo de la fertilidad del manual de códigos del IGAC (2010).

La calificación de los rangos, se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como el pH y la interpretación de los nombres taxonómicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de saturación de aluminio se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	≤30	30-60	>60	-
2 (Kikuyo)	<60	60-90	>90	
3 (Ángleton y Climacuna)	<15	15-30	30-60	>60
4 (Estrellas)	<15	15-30	>30	-
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	<15	15-30	>30	-
6 (Guineas)	<15	15-30	>30	-
7 (Brachiarias)	<60	60-90	>90	-
8 (Humidícola)	<90	>90	-	-

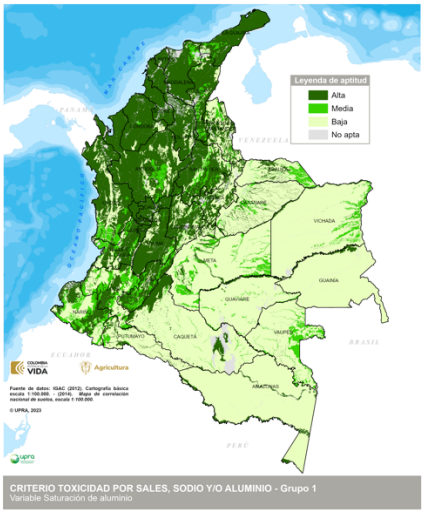
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	≤30	30-60	>60	-
2 (Centrocema)	≤30	30-60	>60	-
3 (Fríjol terciopelo)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
4 (Soya perenne)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
5 (Trébol rojo)	≤30	30-60	>60	-
6 (Alfalfa)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
7 (Leucaena)	≤30	30-60	>60	-
8 (Guásimo)	≤15	15-30	30-60	>60 en blanco
9 (Sauco)	≤30	30-60	>60	-

UNIDAD DE ANÁLISIS

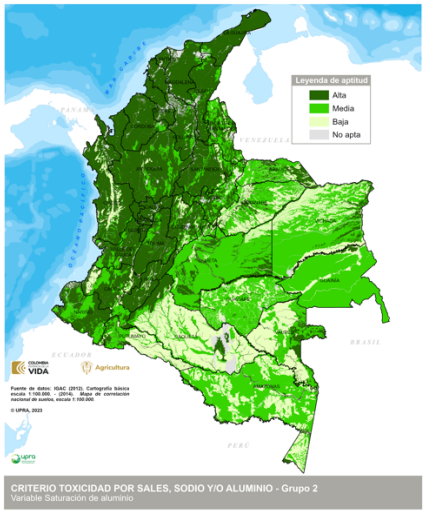
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

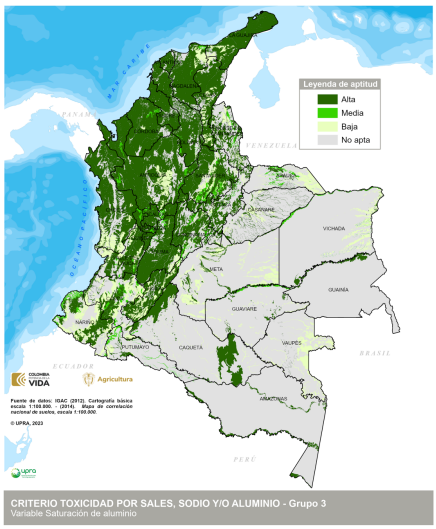
Grupos de gramíneas



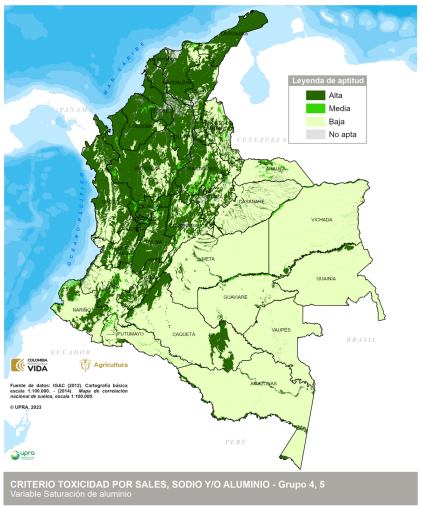
Grupo 1



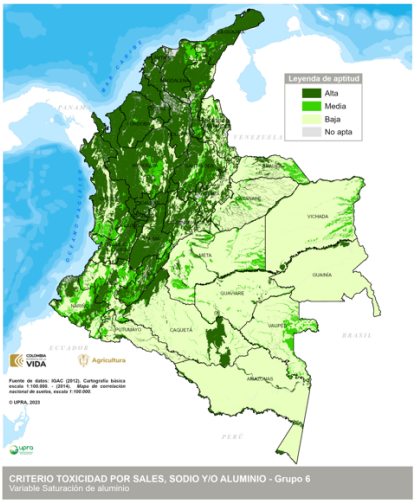
Grupo 2



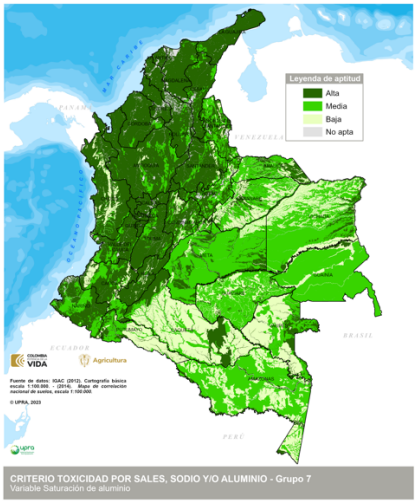
Grupo 3



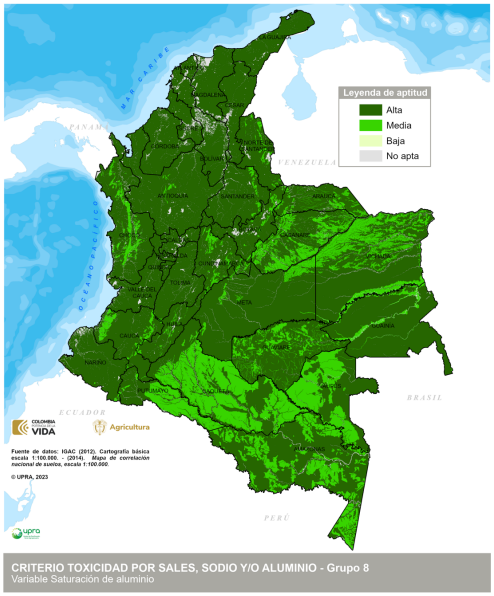
Grupos 4 y 5



Grupo 6



Grupo 7



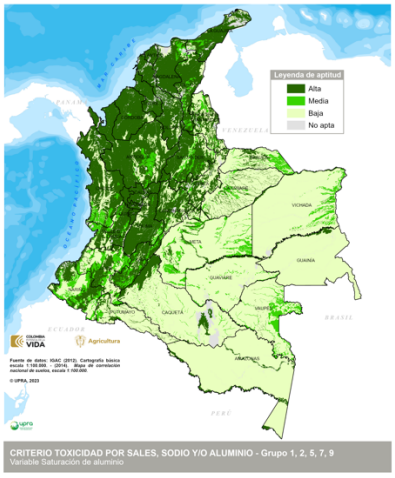
Grupo 8

UNIDAD DE ANÁLISIS

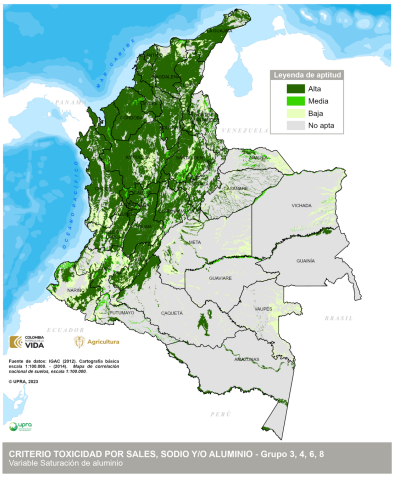
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Grupos de leguminosas



Grupos 1,2,5,7,9



Grupos 3,4,6,8

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Baruch Z; Fisher J; capitulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura; Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103-142.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CORPOICA. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

- Cortés, A.; Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: UJTL.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- Garavito, F. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC, p. 128-130
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.2.2 Variable salinidad o sodicidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES Y/O SODIO Y ALUMINIO		
VARIABLE: salinidad y sodicidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** conductividad eléctrica -CE (dS/m) y PSI (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Contenido alto de sales solubles y/o sodios intercambiables en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los contenidos altos de sales solubles y/o sodio intercambiable elevan de forma considerable el pH del suelo, lo que a su vez afecta en forma significativa los rendimientos de los cultivos, tanto de gramíneas como de leguminosas. El principal efecto perjudicial de las sales es la alta presión osmótica que se desarrolla en la solución del suelo (Garavito, 1979).

Algunos sectores del país con aptitud para el establecimiento de potreros con estas especies se localizan en regiones donde se requiere riego complementario, lo que hace que el suelo sea susceptible a la salinización. Los altos contenidos de sales y/o sodio tienen los siguientes efectos en el desarrollo de las plantas:

- La salinidad influye en los valores del pH y por tanto afecta la disponibilidad de nutrientes.
- Afecta el ritmo de absorción de los iones potasio (K^+), Nitrato (NO_3), fosfato (PO_4) y calcio (Ca^{2+}).
- Afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta.
- El sistema radicular no se desarrolla en forma óptima.
- Las raíces profundizan menos y hay menos ramificaciones.
- No hay división y crecimiento celular y por tanto las plantas son más pequeñas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En general no se presentan valores de exclusión, dado que existen especies forrajeras para pastoreo adaptadas a diferentes condiciones; solo se generó exclusión en las áreas consideradas como salares, en gramíneas y, en leguminosas, las tierras calificadas como sódicas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información, en los estudios generales de suelos escala: 1:100.000 solamente aparece presencia de sodio o de sales. Además, la presencia de sales no se presenta de manera uniforme, varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los suelos salinos, sódicos y salino-sódicos se obtuvieron a partir del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). La calificación se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como clima y la interpretación de los nombres taxonómicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de salinidad y sodicidad, se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Rangos de salinidad

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	CE (dS/m)			
1 (Raigrases)	≤ 5,6	>5,6-10,8	>10,8	-
2 (Kikuyo)	≤ 6	6-10,	>10	-
3 (Ángleton y Climacuna)	≤ 4	4-8,	> 8	-
4 (Estrellas)	≤ 4	4-8,	> 8	-
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	≤7	7-13	>13	-
6 (Guineas)	≤6,9	6,9-13	>13	-
7 (Brachiarias)	≤ 4	4-8,	> 8	-
8 (Humidícola)	≤ 4	4-8,	> 8	-

Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	CE (dS/m)			
1 (Calopo)	≤ 4	4-8	> 8	-
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

Rangos para sodio

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	PSI (%)			
1 (Raigrases)	No sódico (≤ 15)	-	Sódico (>15)	-
2 (Kikuyo)				
3 (Ángleton y Climacuna)				
4 (Estrellas)				
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)				
6 (Guineas)				
7 (Brachiarias)				
8 (Humidícola)				

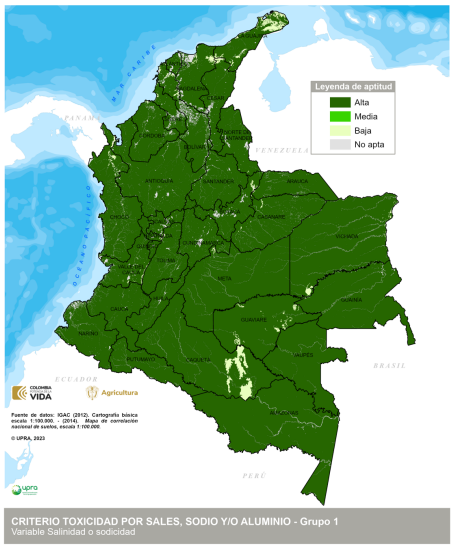
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	PSI (%)			
1 (Calopo)	No sódico (≤ 15)	-	-	Sódico, salino sódico (>15) En blanco
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

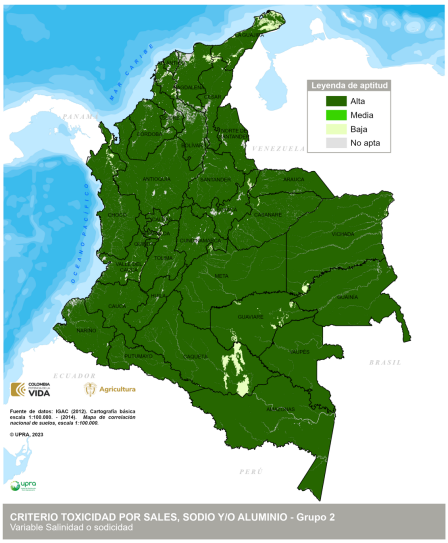
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

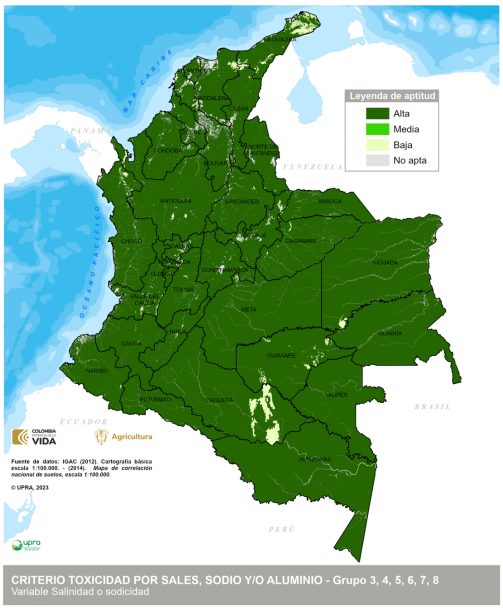
Grupos de gramíneas



Grupo 1



Grupo 2



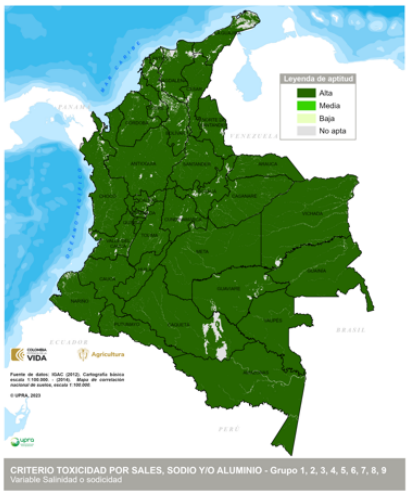
Grupo 3, 4, 5, 6, 7 y 8

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Grupos de leguminosas



Grupo 1,2,3,4,5,6,7,8,9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de

agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.

- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- Garavito, F. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC, p. 128-130
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.3. Criterio disponibilidad de oxígeno

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Drenaje natural, expresado en clases de drenaje natural. • Susceptibilidad a inundaciones, expresada como fase cartográfica de inundación.		

DEFINICIÓN

Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros del suelo permiten la libre circulación del CO_2 hacia la atmosfera y la entrada del oxígeno del exterior para ser absorbido por las raíces (UPRA, 2013), (FAO, 1991), (FAO, 1976).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Incide en el desarrollo de las raíces y por ende en las funciones fisiológicas de las plantas, que conlleva a la producción de follaje; la tendencia de los terrenos planos y cóncavos a encharcarse e inundarse, puede afectar el desarrollo normal de los pastos mesófilos, porque la ausencia de oxígeno en la matriz del suelo conlleva a estrés por humedad (FAO, 1976; UPRA, 2013).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Debido a los largos periodos de saturación de agua, se considera que suelos con drenaje natural muy pobre permanentemente, no tienen aptitud (N1) para establecer los pastos analizados, ya que representan ausencia de oxígeno, por lo tanto, significan niveles de intoxicación a nivel de las raíces de las plantas, lo que conlleva a grandes pérdidas en la producción de los pastos.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico

de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de distintos tamaños que tienen aptitudes diferentes al componente mayor.

La falta de información de la periodicidad y duración de las inundaciones no permite precisión en la delimitación de las áreas no aptas para los cultivos de gramíneas y leguminosas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información para las variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014) que corresponde a drenaje natural y a la susceptibilidad a inundaciones. El criterio de disponibilidad de oxígeno para cada una de las agrupaciones de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión, donde se integraron las variables,

Árbol del criterio para gramíneas

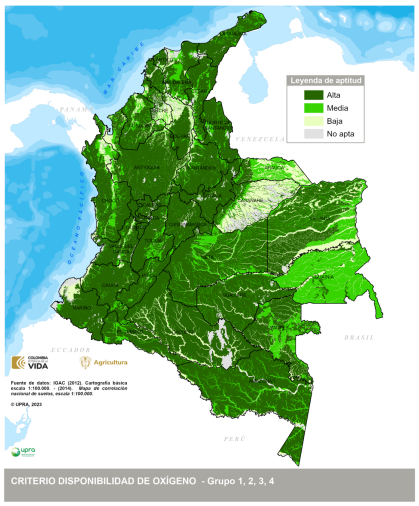
Inundaciones	Drenaje natural	Aptitud
A1	A1	A1
	A2	A2
	A3	A3
	N1	N1
A2	A1	A2
	A2	A2
	A3	A3
	N1	N1
A3	A1	A3
	A2	A3
	A3	A3
	N1	N1
N1	Cualquiera	N1

Árbol del criterio para leguminosas

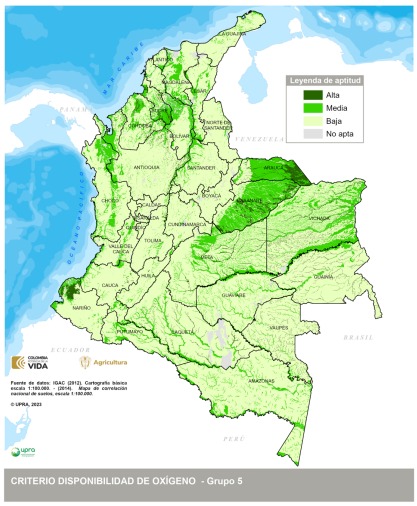
Drenaje natural	Inundaciones	Aptitud
Bueno	No hay	A1
	Cortas	A1
	Largas	A3
	Muy largas	Sin calificación (en blanco)
Moderado, excesivo, moderadamente excesivo	No hay	A2
	Cortas	A2
	Largas	A3
	Muy largas	Sin calificación (en blanco)
Imperfecto, pobre	No hay	A3
	Cortas	A3
	Largas	A3
	Muy largas	Sin calificación (en blanco)
Pobre, muy pobre	Cualquiera	Sin calificación (en blanco)

El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:

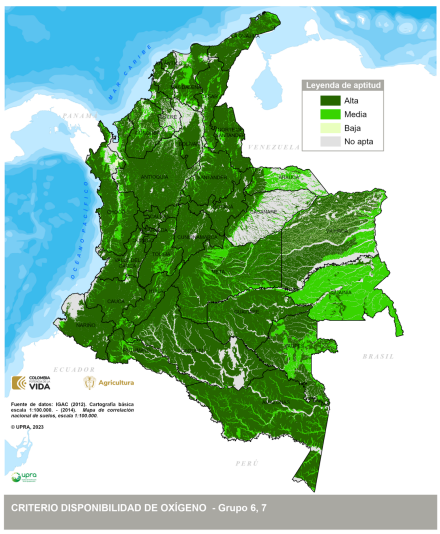
Grupos de gramíneas



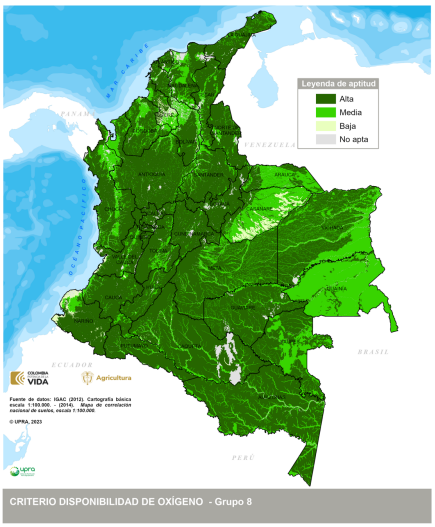
Grupo 1, 2, 3 y 4



Grupo 5

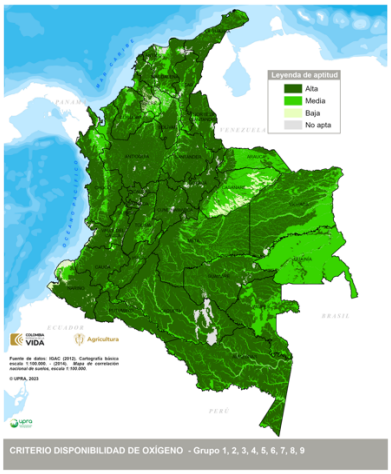


Grupo 6 y 7



Grupo 8

Grupos de leguminosas



Grupo 1-9

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación.

Integración del criterio, gramíneas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,060
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Integración del criterio, leguminosas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Calopo)	0,032
Grupo 2 (Centrocema)	0,017
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	0,159
Grupo 4 (Soya perenne)	0,103
Grupo 5 (Trébol rojo)	0,048
Grupo 6 (Alfalfa)	0,224
Grupo 7 (Leucaena)	0,072
Grupo 8 (Guásimo)	0,322
Grupo 9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada variable representa en el suministro de oxígeno en la zona radicular de los pastos y leguminosas, ya que reduce las posibilidades del desarrollo de las plantas, y, por lo tanto, el grado de formación de forraje.

A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de disponibilidad de oxígeno; donde se tuvo en cuenta la fisiología, morfología y hábito de crecimiento de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

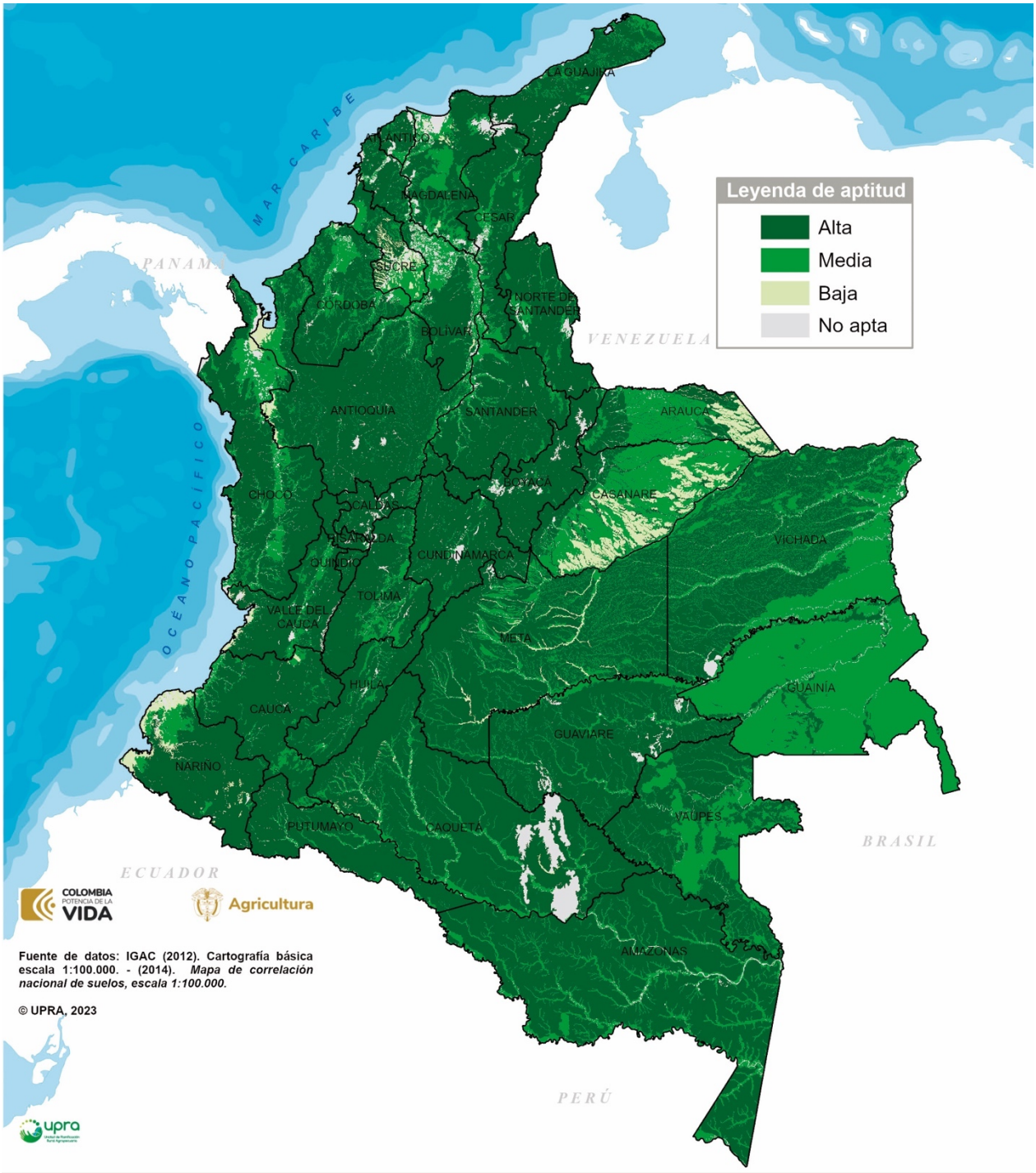
Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones óptimas en la disponibilidad de oxígeno, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	Alta (A1)
Limitaciones moderadas por disponibilidad de oxígeno, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	Media (A2)
Limitaciones fuertes por disponibilidad de oxígeno, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	Baja (A3)
Restricciones por disponibilidad de oxígeno que imposibilitan el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

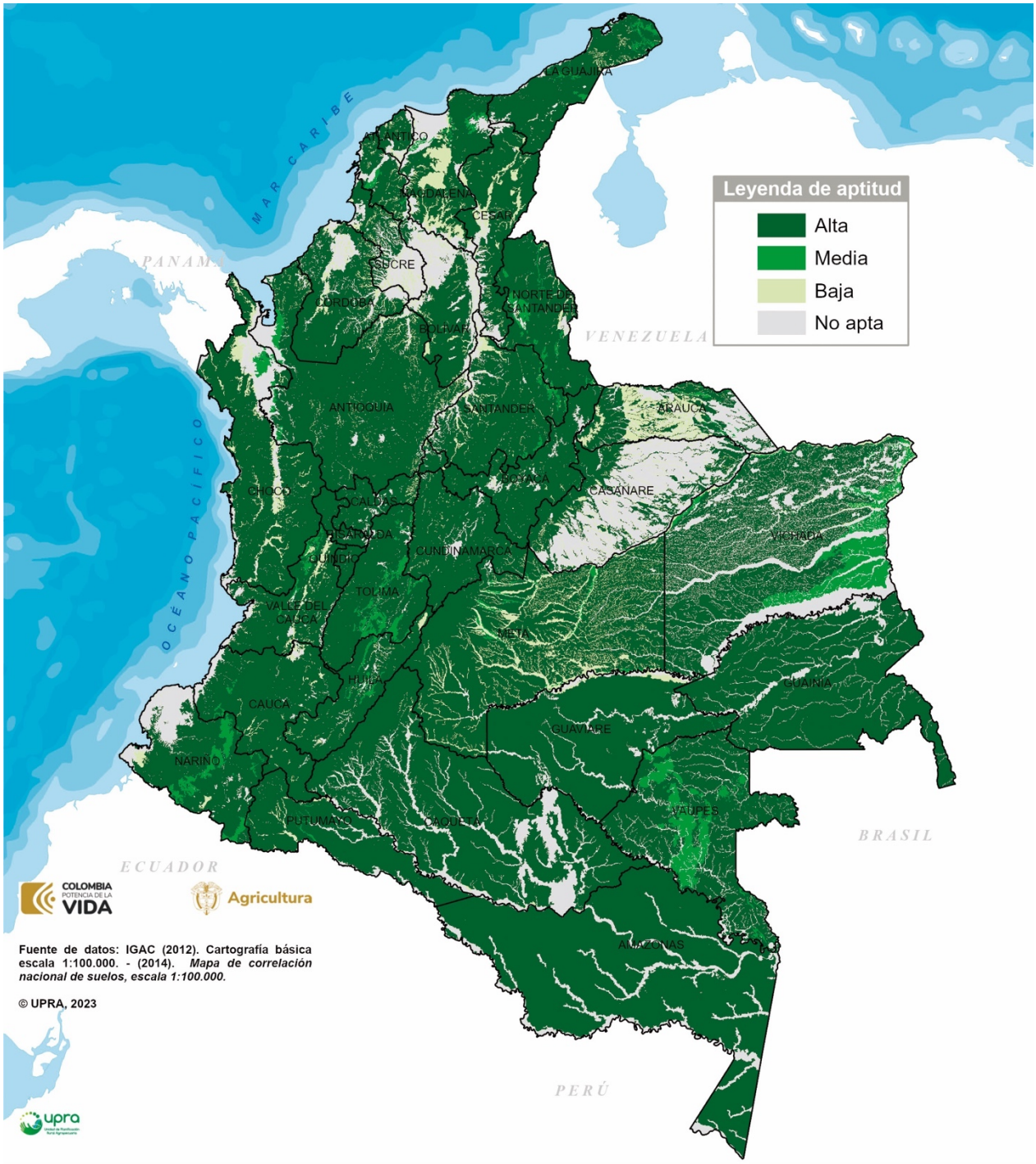
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

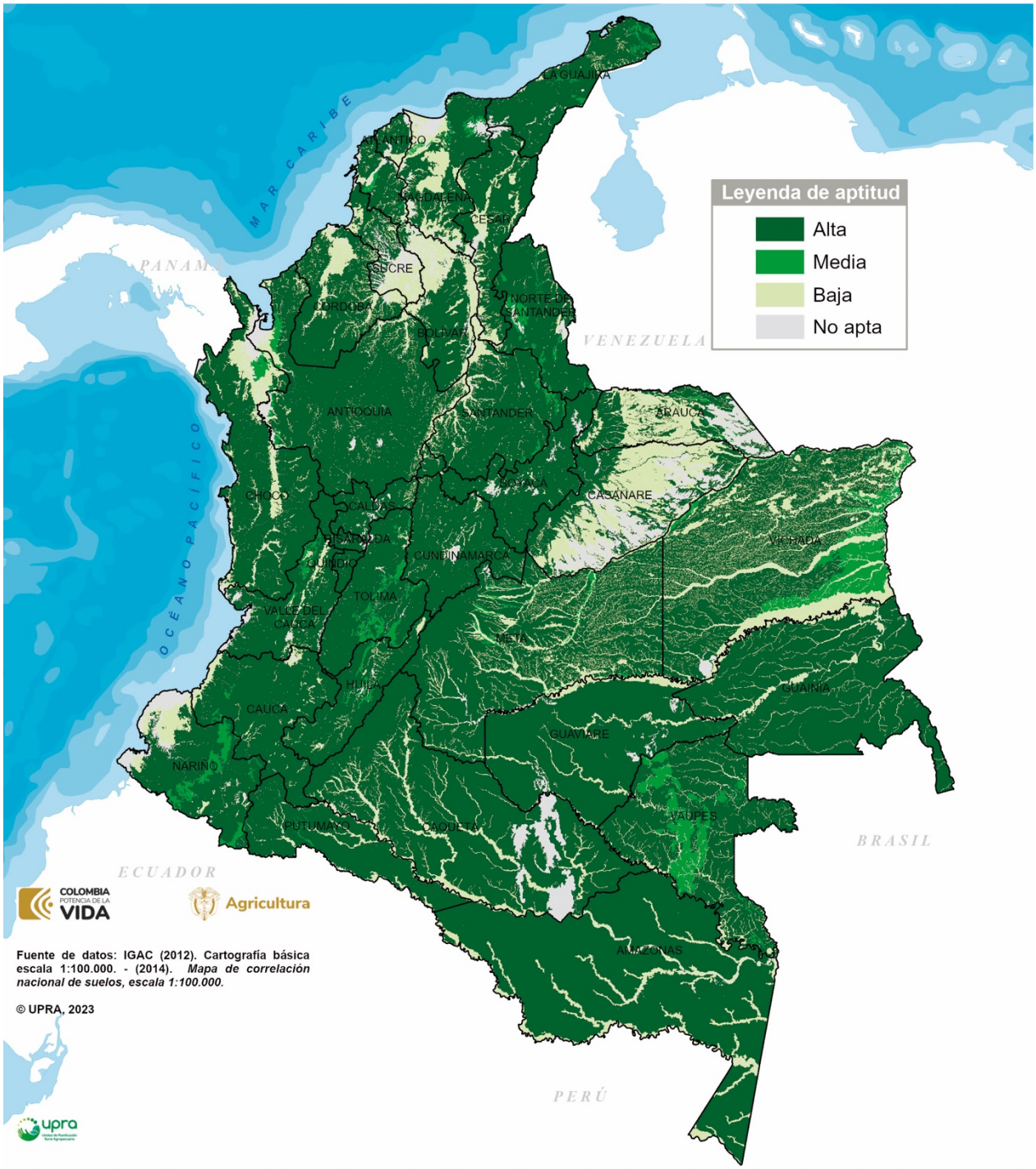
Leguminosas



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta del 90 %, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70% con leguminosas y 30 % de gramíneas (Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (1988). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA. (1961). *Land Capability Classification*. Agriculture Handbook, 18. Washington.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.3.1. Variable drenaje natural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXIGENO</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: drenaje natural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: clases de drenaje natural</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través de éste, a los espacios subterráneos (USDA, 1961).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide sobre la adaptación de las raíces de pastos y leguminosas bajo la presencia de niveles freáticos a diferentes profundidades dentro de la zona radicular, y a los encharcamientos periódicos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se excluyen los suelos muy pobremente drenados, debido a que son suelos que no tienen oxígeno disponible para las plantas y permanecen saturados con agua la mayor parte del año.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones, donde se califica el mayor componente, lo que significa que algunos sectores no se representan espacialmente, y pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento de estos pastos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La evaluación de la variable consistió en la utilización de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). En los casos en que no tienen información sobre drenaje natural, dentro de esta base, se complementó interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de texturas, se realizaron para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre	Muy pobre
2 (Kikuyo)	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre	Muy pobre
3 (Ángleton **y Climacuna)**	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre	Muy pobre
4 (Estrellas)	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre	Muy pobre
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	Pobre	Muy pobre	Imperfecto, moderado	Bueno, excesivo
6 (Guineas)	Bueno, moderado	Imperfecto; excesivo	-	Pobre, muy pobre
7 (Brachiarias)	Bueno, moderado	Imperfecto; excesivo	-	Pobre, muy pobre
8 (Humidícola)	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre, muy pobre	-

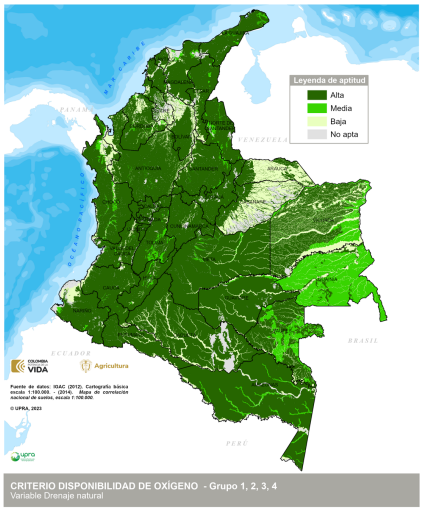
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	Bueno	Moderado, excesivo, moderadamente excesivo	Imperfecto	Muy pobre, pobre
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

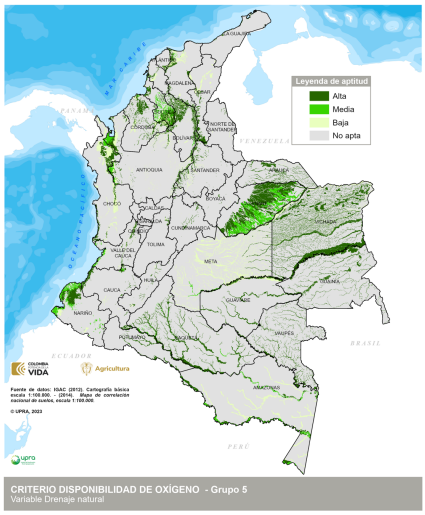
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

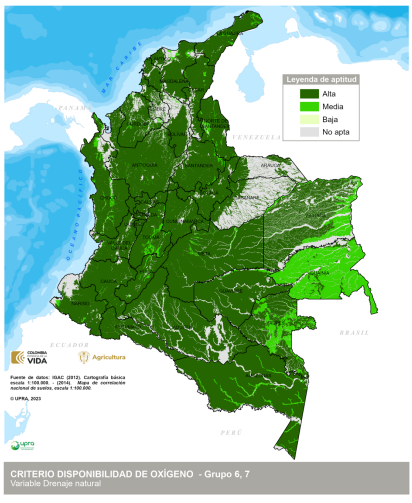
Gramíneas



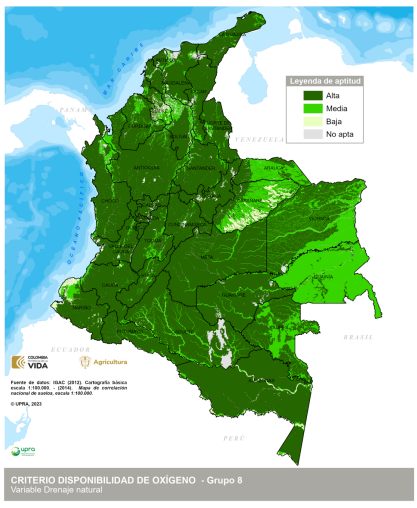
Grupo 1, 2, 3, 4



Grupo 5



Grupo 6 y 7



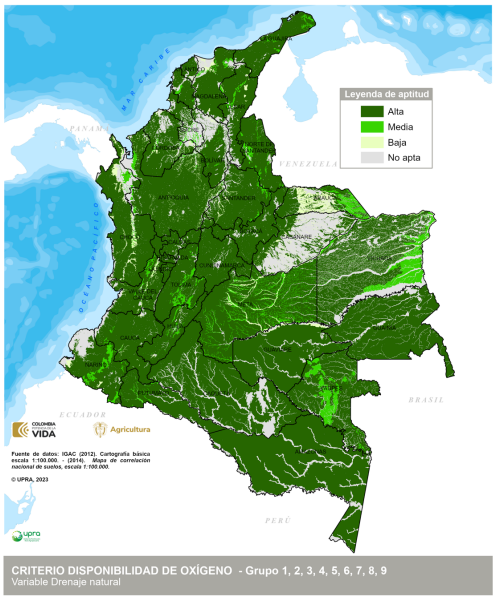
Grupo 8

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Leguminosas



Grupo 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica, Ciencia, Tecnología y Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). *Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species*. CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA. (1961) Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. *Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente*, Progresa. Nicaragua.

1.3.2. Variable susceptibilidad a inundaciones

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXIGENO		
VARIABLE: susceptibilidad a inundaciones	**UNIDAD DE MEDIDA:** fase cartográfica de inundación	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Condición por la cual un área del suelo se cubre temporalmente de agua, causada por el desborde de las corrientes de las mismas (IGAC, 2010).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Las inundaciones, generalmente afectan el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales, aún más cuando duran largos periodos de tiempo. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamientos por parte de las gramíneas y leguminosas depende de cada especie.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se excluyen las áreas que presentan o son susceptibles a las inundaciones o a encharcamientos muy largos, debido a que se reduce la disponibilidad de oxígeno y afecta la producción optima de estas pasturas. Se exceptúa el grupo del Admirable, por ser propio de estos lugares.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos, muchas unidades cartográficas no registran información sobre fases por inundación o encharcamiento, por lo tanto, en la zonificación de estos pastos, se incluye su análisis, tomando como base la nemotecnia de los nombres taxonómicos, sin pretender excluir el total de las zonas inundables, debido a que no se puede predecir la duración del evento que es la causante de los daños en las plantas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomó como base el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). En algunas unidades de suelos se infirió el tiempo de duración de las inundaciones, con las variables de paisaje, drenaje natural e interpretación de los nombres taxonómicos.

Para el caso concreto de esta zonificación, se toma la información según la duración de las inundaciones, de acuerdo con las zonas inundables identificadas en los mapas de suelos del país.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de susceptibilidad a inundaciones se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Rangos de aptitud

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	No hay / raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
2 (Kikuyo)	No hay / raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
3 (Ángleton y Climacuna)	No hay / raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
4 (Estrellas)	No hay / raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	Frecuentes	Raras / Ocasionales	Muy frecuentes / No hay	-
6 (Guineas)	No hay	Raras	Ocasionales	Frecuentes / Muy frecuentes
7 (Brachiarias)	No hay	Raras	Ocasionales	Frecuentes / Muy frecuentes
8 (Humidícola)	No hay, raras, ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes	-

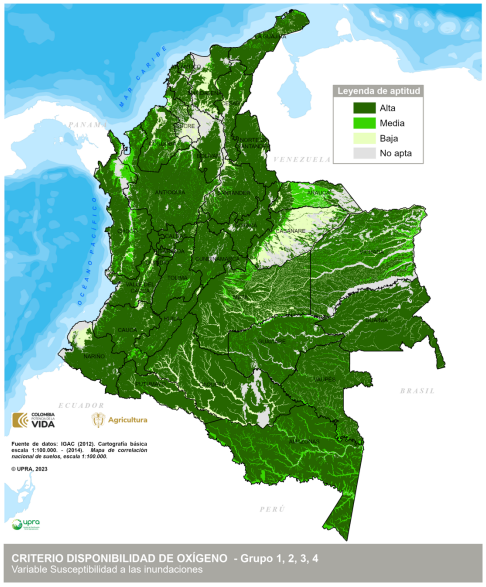
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	No hay	Cortas	Largas	Muy largas (en blanco)
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

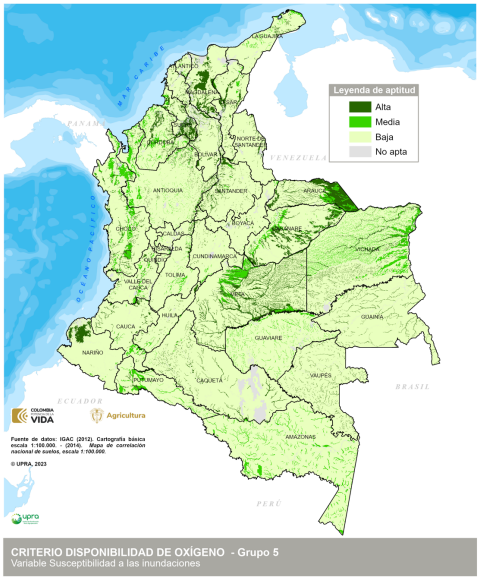
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

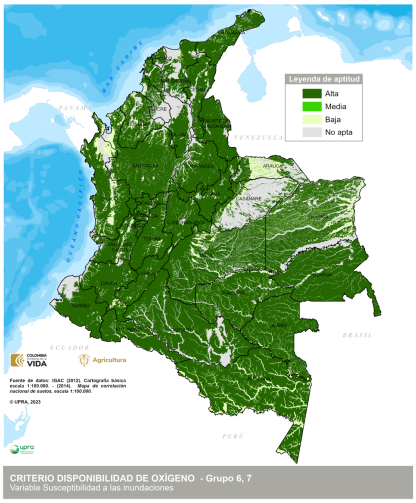
Gramíneas



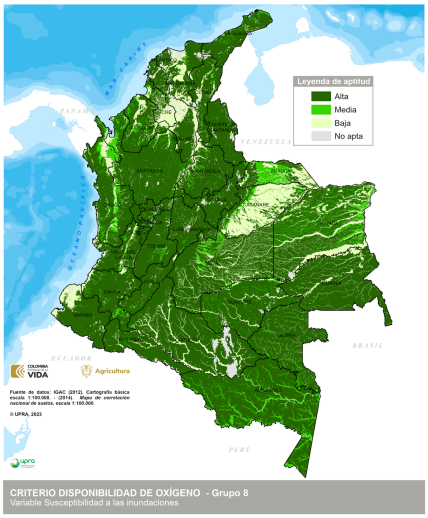
Grupo 1, 2, 3 y 4



Grupo 5

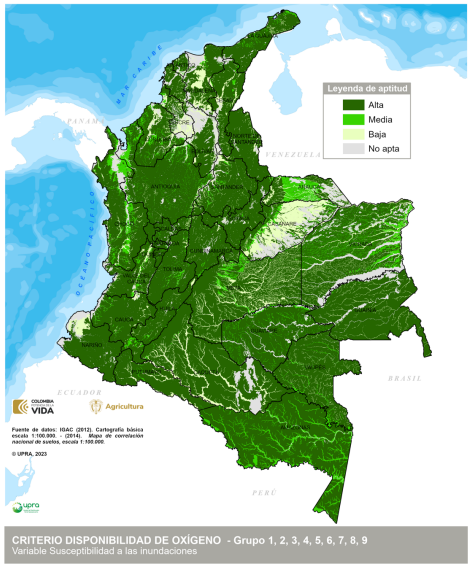


Grupo 6 y 7



Grupo 8

Leguminosas



Grupo 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.4. Criterio disponibilidad de humedad

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Régimen de humedad del suelo, expresado en clases de regímenes de humedad. • Textura, expresada en clases texturales.		

DEFINICIÓN

Capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo. Se relaciona con el contenido y movimiento del agua en el suelo (UPRA, 2013, FAO, 1976, FAO, 1991).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

El agua es la responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que se suceden en el suelo, en especial la nutrición mineral; en condiciones naturales de secano, la capacidad de retención de agua que tienen los suelos es de gran importancia, ya que de ella y de las condiciones climáticas de la región, depende el desarrollo de los pastos (UPRA, 2013).

Ç

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

El criterio presenta rangos de exclusión (N1) dependiendo de la tolerancia de las especies a los regímenes de humedad extremos, por deficiencia o excesos de humedad en suelo.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde en cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de disponibilidad de humedad para cada una de las agrupaciones de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión, donde se integraron las variables. La información para las variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014).

Árbol para gramíneas

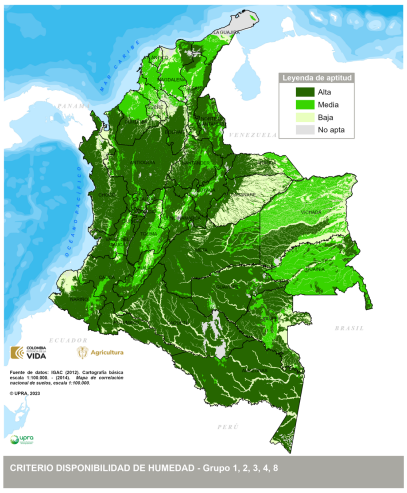
Régimen de humedad	**Textura**	**Aptitud**
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A2
A2	A1	A2
	A2	A2
	A3	A3
A3	Cualquiera	A3
N1	Cualquiera	N1

Árbol para leguminosas

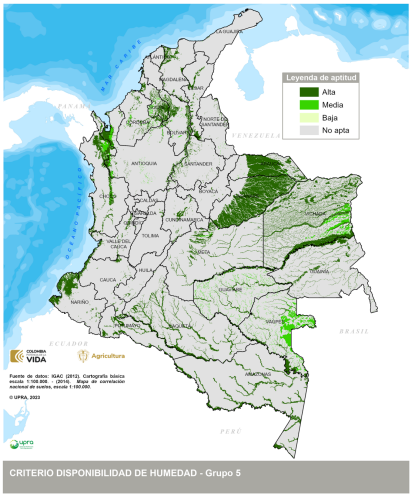
Régimen de humedad	Textura	Aptitud
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A3
A2	A1	A2
	A2	A2
	A3	A3
A3	Cualquiera	A3
Arídico, perácuico	Cualquiera	Sin calificación (en blanco)

El resultado de la integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:

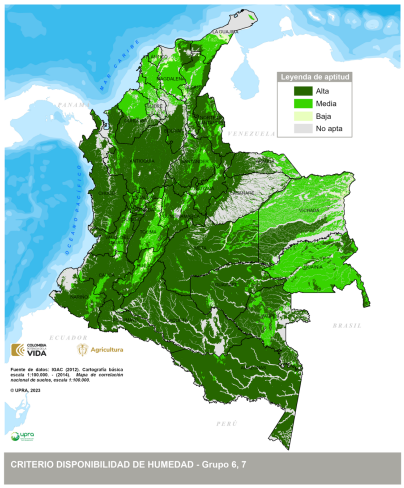
Gramíneas



Grupo 1, 2, 3, 4 y 8

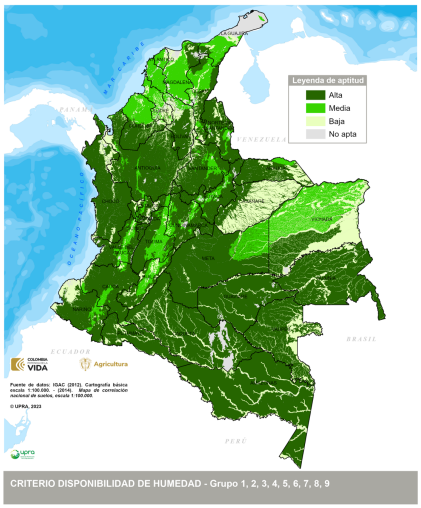


Grupo 5



Grupo 6 y 7

Leguminosas



Grupo 1-9

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación.

Integración del criterio, gramíneas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,060
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Integración del criterio, leguminosas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Calopo)	0,032
Grupo 2 (Centrocema)	0,017
Grupo 3 (fríjol terciopelo)	0,159
Grupo 4 (Soya perenne)	0,103

Grupo 5 (Trébol rojo)	0,048
Grupo 6 (Alfalfa)	0,224
Grupo 7 (Leucaena)	0,072
Grupo 8 (Guásimo)	0,322
Grupo 9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada variable representa en el almacenamiento y suministro de humedad para el desarrollo de los pastos, ya que reduce las posibilidades del desarrollo de las plantas y, por lo tanto, el grado de formación de forraje.

A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de disponibilidad de humedad; donde se tuvo en cuenta la fisiología, morfología y hábito de crecimiento de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

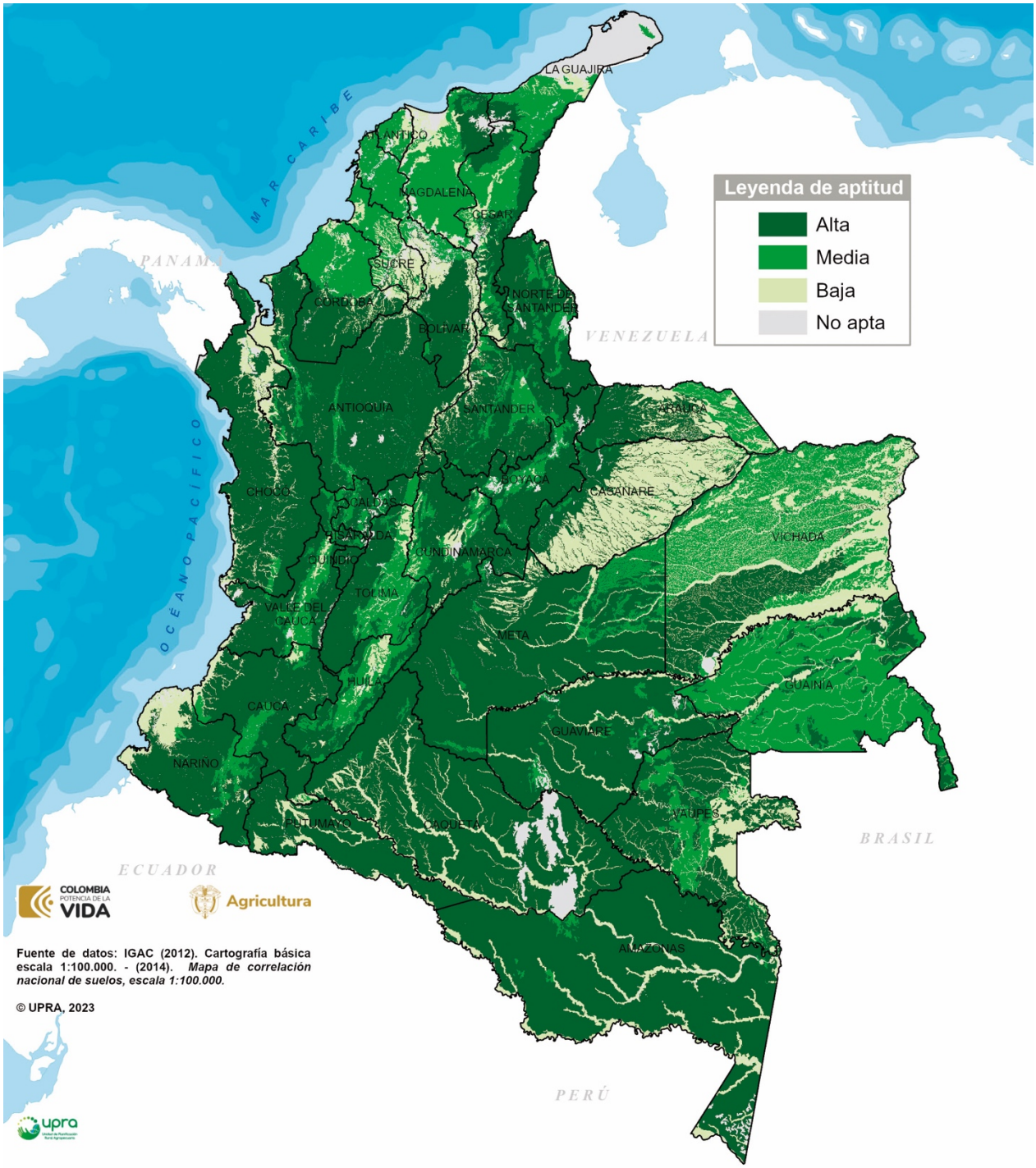
Criterio de calificación	Aptitud
Regímenes de humedad y texturas óptimas para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos	Alta (A1)
Regímenes de humedad y de texturas que presentan limitaciones moderadas, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos	Media (A2)
Regímenes de humedad y texturas que presentan fuertes limitaciones, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	Baja (A3)
Restricciones por regímenes de humedad y texturas, que imposibilitan el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

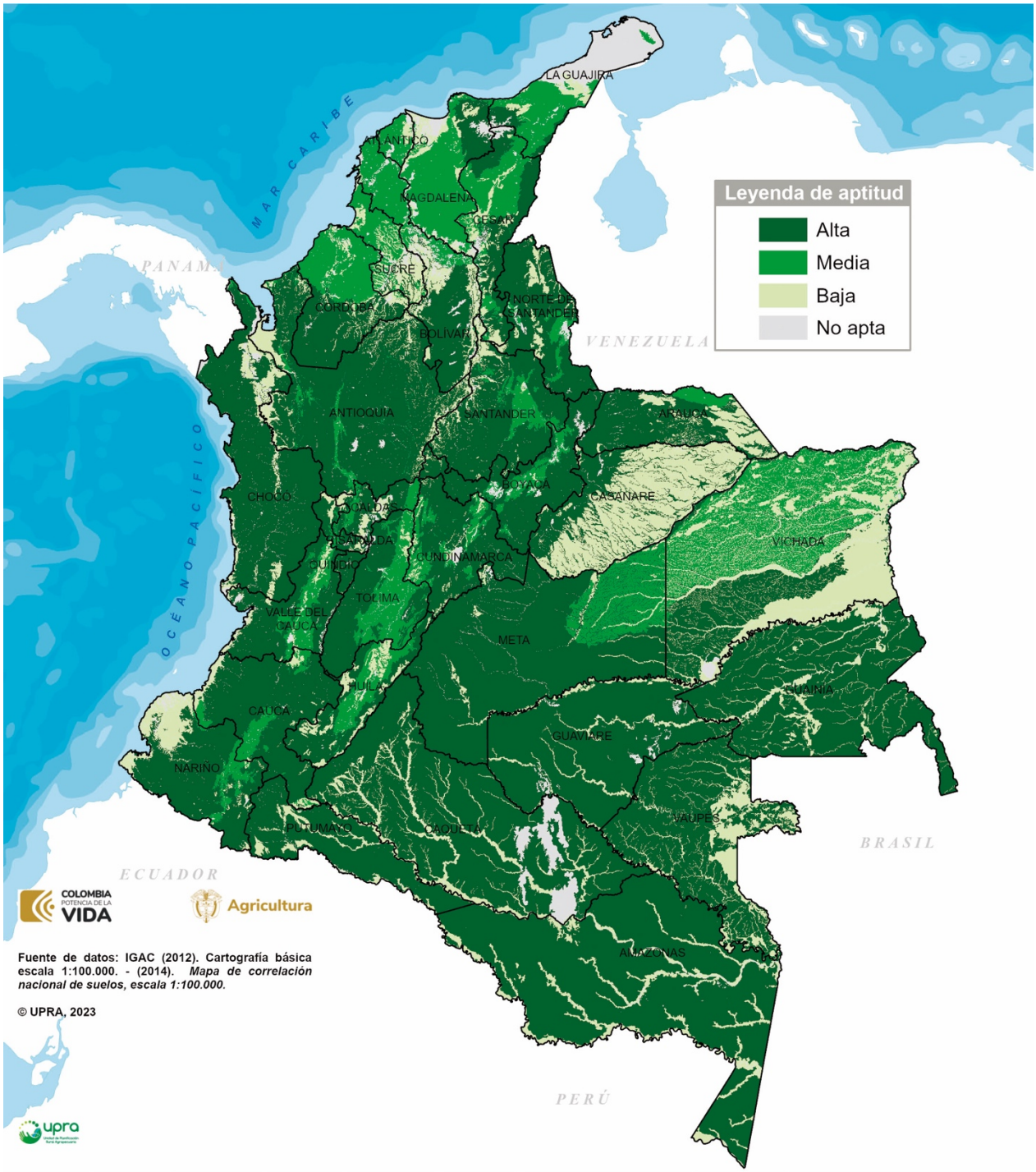
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

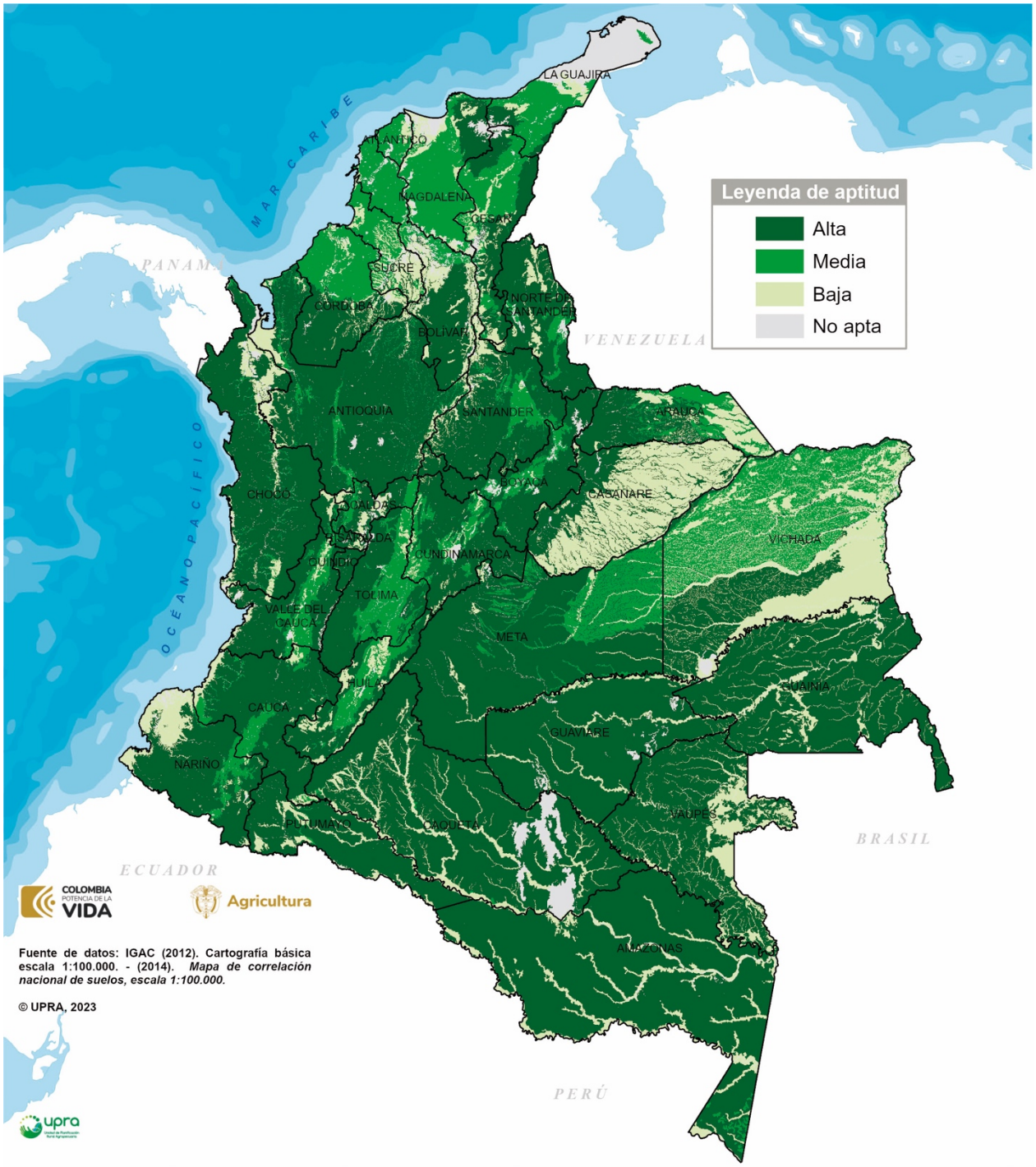
Leguminosas



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta el 90 %, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70 % con leguminosas y 30 % de gramíneas (Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M., et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo Ganadero, Bogotá.
- CIAT. (1988). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro
- Crowder Loy V. (1960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soils Taxonomy. Washington: USDA.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.4.1 Variable régimen de humedad del suelo

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
VARIABLE: régimen de humedad del suelo	**UNIDAD DE MEDIDA**: clases de regímenes de humedad	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Presencia o ausencia de un manto freático, o agua retenida a una tensión inferior a 1500 kPa en la sección control de humedad del suelo, durante un periodo correspondiente a un año normal (Soil Survey Staff, 2014).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

En condiciones de secano, la disponibilidad natural de agua en el suelo es indispensable para el establecimiento, desarrollo y producción de pastos y leguminosas; el régimen de humedad údico es el óptimo para la mayoría de los pastos, ya que mantiene el suministro de agua la mayor parte del año; los regímenes muy secos o muy húmedos limitan en la mayoría de los casos, su normal desarrollo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se excluyen los regímenes de humedad de condiciones extremas por exceso (régimen perácuico) o por déficit (régimen arídico), debido a que requieren grandes obras de adecuación de tierras, orientadas al drenaje en el primer caso y de riego para el segundo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan unidades cartográficas denominadas asociaciones (tienen dos o más componentes taxonómicos), se calificó el régimen de humedad del componente taxonómico de mayor porcentaje. Esto

significa que dentro de un área determinada existen regímenes de humedad diferente al que se está calificando.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso de evaluación de la variable de régimen humedad de los suelos se realizó a partir de la información del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Para los casos que no tenían definido el régimen de humedad, se infirieron a partir de la interpretación de la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de régimen de humedad del suelo, se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z y Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, J, 1994; Argüelles G, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Rangos de aptitud

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1(Raigrases)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, Perácuico
2 (Kikuyo)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, Perácuico
3 (Ángleton y Climacuna)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, Perácuico
4 (Estrellas)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, Perácuico
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	Ácuico	Údico (Integrados Ácuicos Údicos)	Integrados Ácuicos Ústicos	Ústico, Arídico
6 (Guineas)	Údico	Ústico	-	Arídico, Ácuico, Perácuico
7 (Brachiarias)	Údico	Ústico	-	Arídico, Ácuico, Perácuico
8 (Humidícola)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, Perácuico

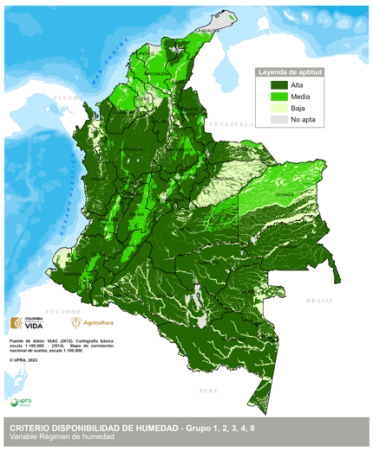
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	Údico, Perúdico	Ústico	Ácuico	Arídico, Perácuico Sin calificación (en blanco)
2 (Centrocema)				
3 (fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

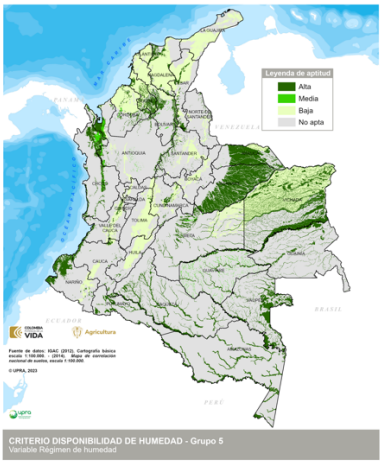
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

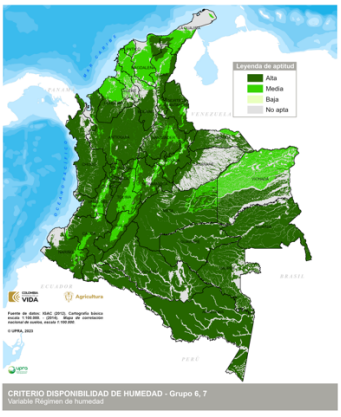
Gramíneas



Grupo 1, 2, 3, 4 y 8

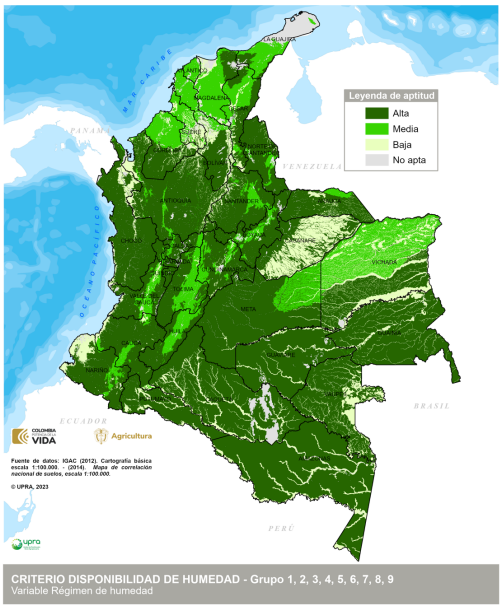


Grupo 5



Grupo 6, 7

Leguminosas



Grupo 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.

- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de

agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. *Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente*, Progresa. Nicaragua.
- USDA y NRCS. (2014). *Keys to Soil Taxonomy*. EUA: USDA. Soil Survey Staff.

1.4.2 Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
VARIABLE: textura	**UNIDAD DE MEDIDA:** clases texturales	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "fracción fina" del suelo, es decir en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

En la medida que los suelos presenten mayores porcentajes de arcilla, se aumenta proporcionalmente la capacidad de retener humedad; los tamaños de partículas más gruesos facilitan la permeabilidad, más no la retención. La humedad retenida en el suelo es necesaria para suplir las necesidades de los pastos y leguminosas en épocas de sequía o de menores precipitaciones.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Las clases texturales tienen capacidades diferentes de retener agua, pero no se considera que alguna de ellas se excluya por su mínima o máxima capacidad de retención, aunque los rendimientos sean muy diferentes.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, la calificación se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales del componente taxonómico con mayor representatividad, por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, que no es posible representarlas espacialmente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se evalúa con base en los requerimientos de los cultivos de pastos y leguminosas, consultados a los diferentes gremios y productores, en su relación con el crecimiento y buen desarrollo del follaje.

La asignación de los rangos radica en que, a mayor contenido de arcillas, el suelo tiene mayor capacidad de retener humedad, la cual servirá de reserva para los periodos en los que la lluvia disminuye.

La información base para determinar la textura en las unidades de tierra fue el mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 realizado por el IGAC (2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de textura, se realizaron por agrupación de pasturas según los requerimientos, concluyendo en un mapa transversal a todas las pasturas (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, J, 1994; Argüelles G, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Grupos de gramíneas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	FA, FL, L	A, AF	-
2 (Kikuyo)				
3 (Ángleton y Climacuna)				
4 (Estrellas)				
5 (Admirable, alemán y Braquipará)				
6 (Guineas)				
7 (Brachiarias)				
8 (Humidícola)				

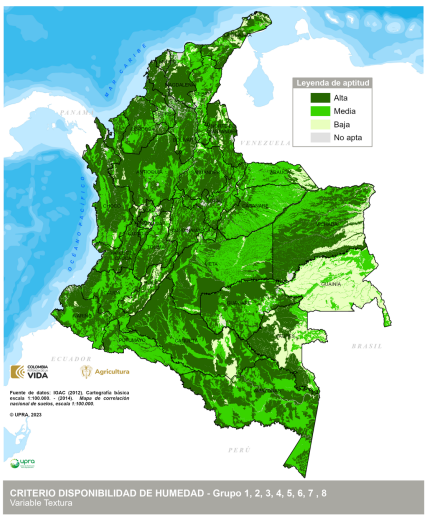
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F, FL	FA, L	A, AF	-
2 (Centrocema)				
3 (fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

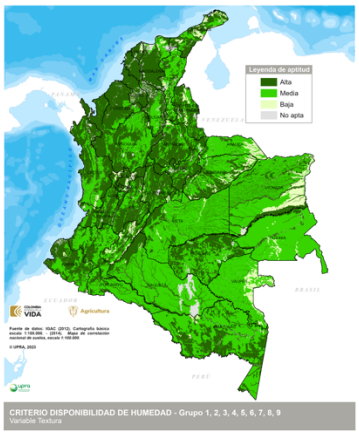
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Gramíneas



Grupo 1-8

Leguminosas



Grupo 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles G, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Baruch Z y Fisher J. (1997). Capitulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura; Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103-142.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, &

FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Malagón, D. y Montenegro, H. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC. p. 101, 157 y 158.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.5. Criterio condiciones climáticas

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** CLIMÁTICO		
CRITERIO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Temperatura media anual, expresada en grados centígrados (°C). • Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc), expresado como adimensional. • Brillo solar medio diario anual, expresado en horas sol/día.		

DEFINICIÓN

Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático -definidas como variables- que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976; UPRA, 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Inciden directamente en la fisiología de las plantas (pastos y leguminosas), afectando la tasa fotosintética, respiración, actividad enzimática, nutrición mineral, absorción y transporte del agua, metabolismo del nitrógeno, entre tantos, las cuales condicionan la posibilidad del establecimiento, crecimiento, desarrollo y producción de forraje de una pradera (Salisbury, 2016) (Baruch y Fisher, 1997).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Debido a la imposibilidad de disponer de la normal climatológica 1991 – 2020 para algunas estaciones meteorológicas operadas por el Ideam, que registran los diferentes parámetros del clima como por ejemplo la evapotranspiración de referencia, se generan inconvenientes para conocer la distribución espacial detallada del clima en algunas regiones productoras de forraje y de leguminosas en el país.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio de condiciones climáticas por agrupación de pasturas y leguminosas se definió a partir de un árbol de decisión, donde se integraron las variables temperatura media anual, índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (en función de la precipitación total y la evapotranspiración del cultivo (pastos y leguminosas) y el brillo solar medio diario anual, construidas a partir de las normales climatológicas 1981 y 2010 (IDEAM).

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud, con base en la comparación de rangos, a través de un árbol de decisión, así:

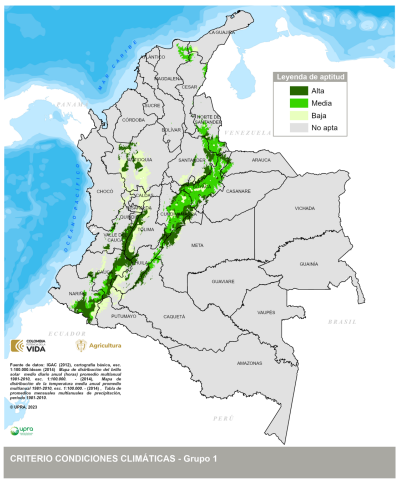
Árbol de decisión

Temperatura media anual (˚C)	Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)	Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Distritos de Riego	Aptitud
A1	A1	A1	Sin distrito	A1
		A2	Sin distrito	A1
		A3	Sin distrito	A2
	A2	A1	Sin distrito	A2
		A2	Sin distrito	A2
		A3	Sin distrito	A2
	A3	A1	Sin distrito	A3
		A2	Sin distrito	A3
		A3	Sin distrito	A3
	N	Cualquiera	Sin distrito	sin calificación
A2	A1	A1	Sin distrito	A2
		A2	Sin distrito	A2
		A3	Sin distrito	A3

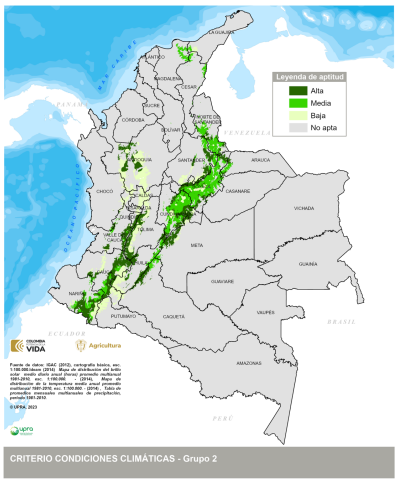
	A2	A1	Sin distrito	A2
		A2	Sin distrito	A2
		A3	Sin distrito	A3
	A3	A1	Sin distrito	A3
		A2	Sin distrito	A3
		A3	Sin distrito	A3
	N	Cualquiera	Sin distrito	sin calificación
A3	A1	A1	Sin distrito	A3
		A2	Sin distrito	A3
		A3	Sin distrito	A3
	A2	A1	Sin distrito	A3
		A2	Sin distrito	A3
		A3	Sin distrito	A3
	A3	A1	Sin distrito	A3
		A2	Sin distrito	A3
		A3	Sin distrito	A3
	N1	Cualquiera	Sin distrito	sin calificación
N1	Cualquiera	Cualquiera	Sin distrito	N1
Cualquiera	N1	Cualquiera	Con distrito	A1

El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación.

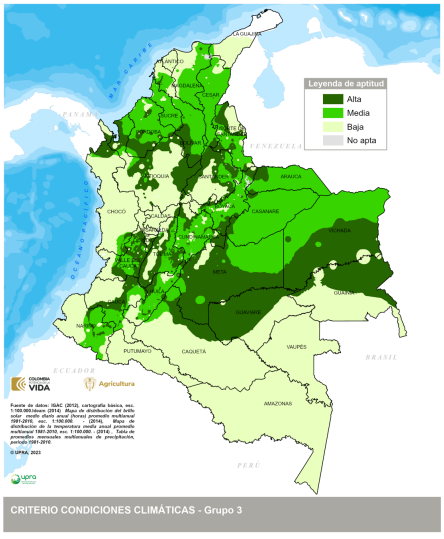
Grupo de gramíneas



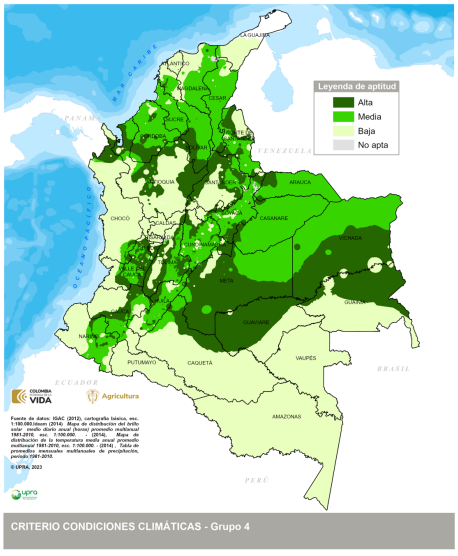
Grupo 1



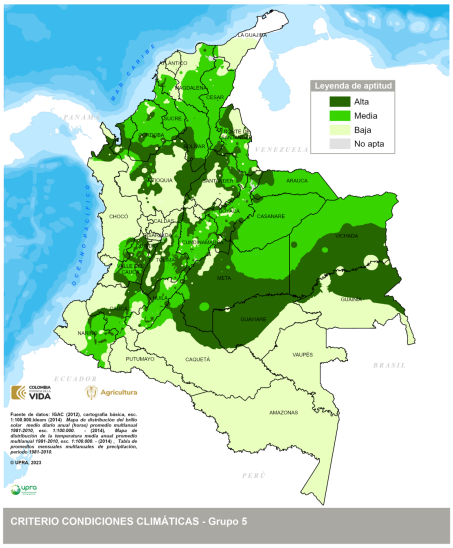
Grupo 2



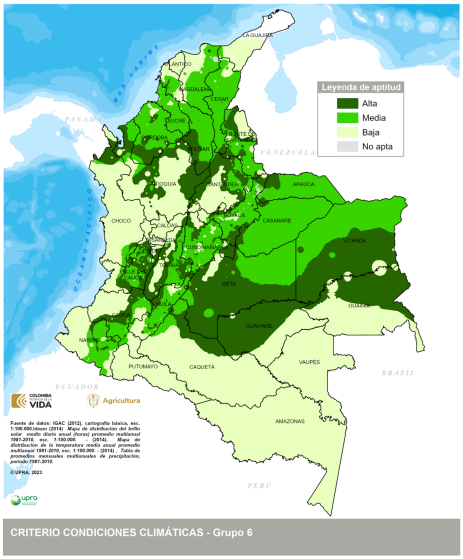
Grupo 3



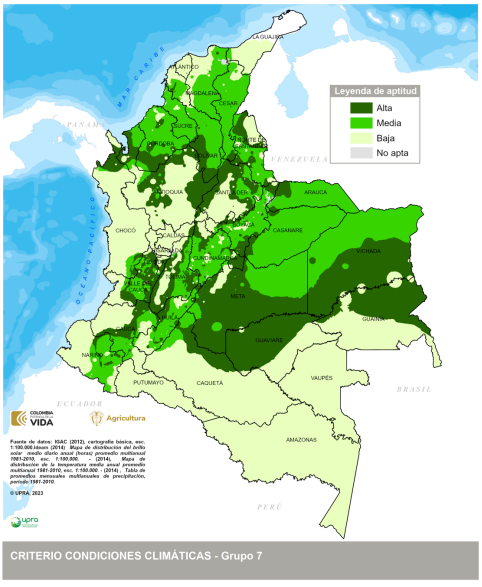
Grupo 4



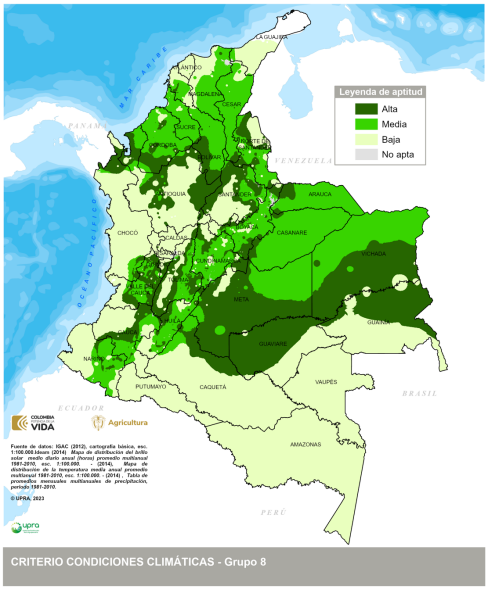
Grupo 5



Grupo 6

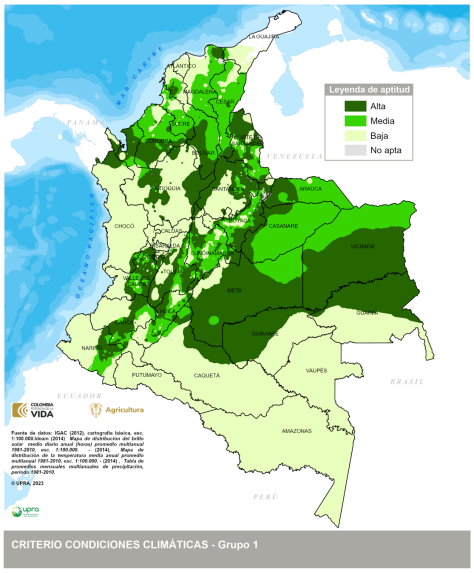


Grupo 7

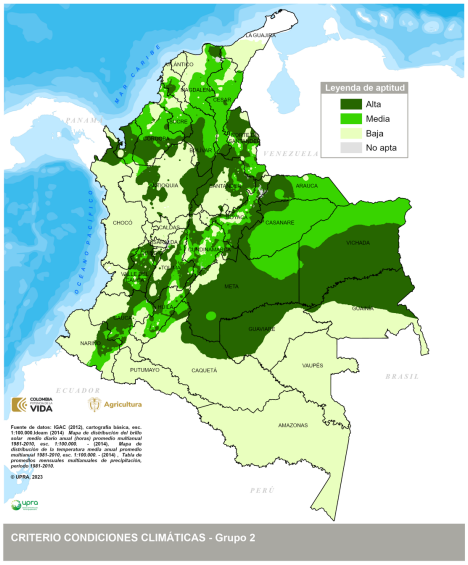


Grupo 8

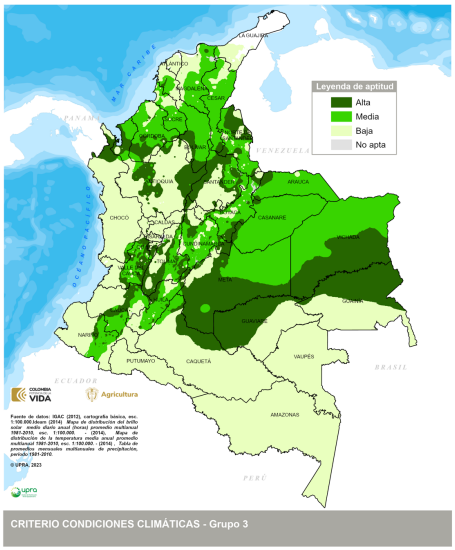
Grupo de leguminosas



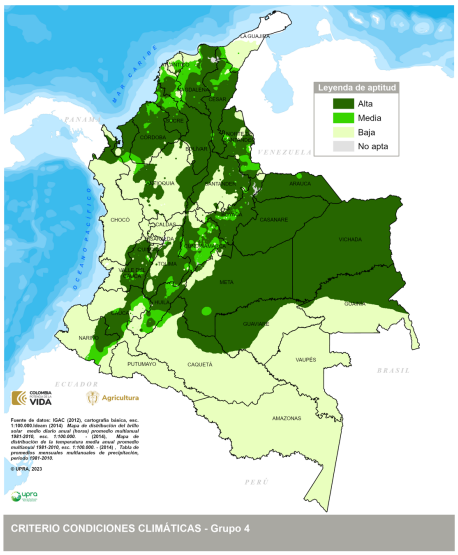
Grupo 1



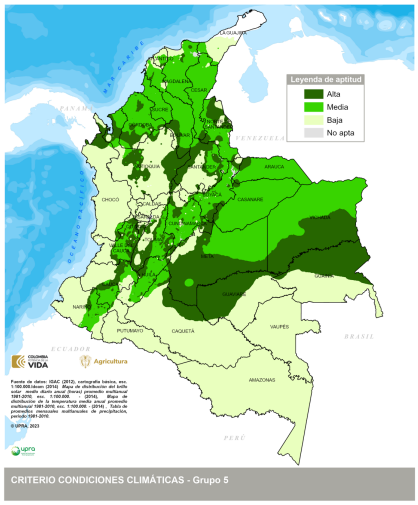
Grupo 2



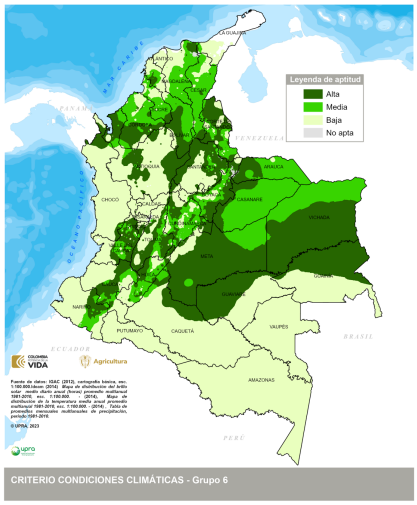
Grupo 3



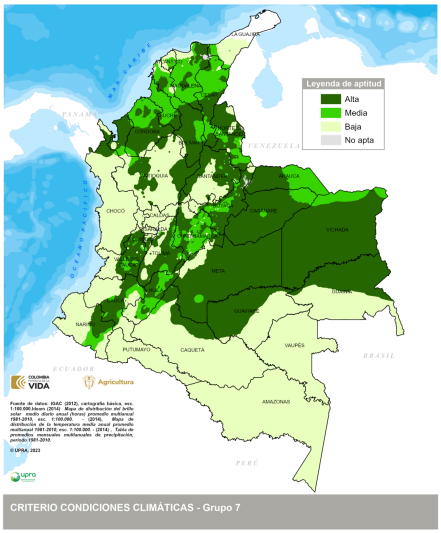
Grupo 4



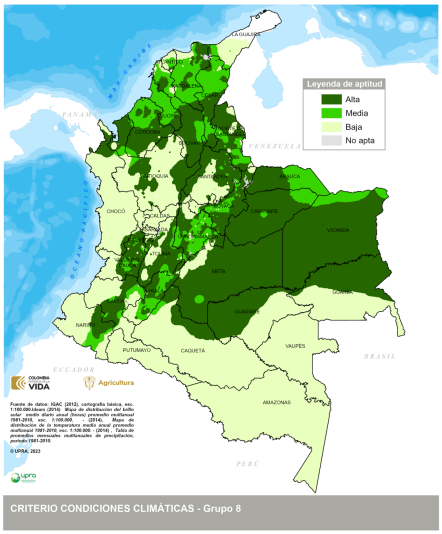
Grupo 5



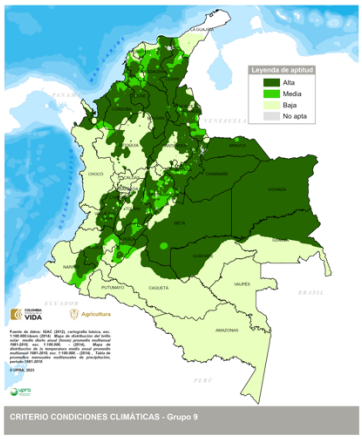
Grupo 6



Grupo 7



Grupo 8



Grupo 9

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación.

Integración del criterio, gramíneas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,060
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Integración del criterio, leguminosas	
Agrupaciones	**Pesos**
Grupo 1 (Calopo)	0,032
Grupo 2 (Centrocema)	0,017
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	0,159
Grupo 4 (Soya perenne)	0,103
Grupo 5 (Trébol rojo)	0,048
Grupo 6 (Alfalfa)	0,224
Grupo 7 (Leucaena)	0,072
Grupo 8 (Guásimo)	0,322
Grupo 9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

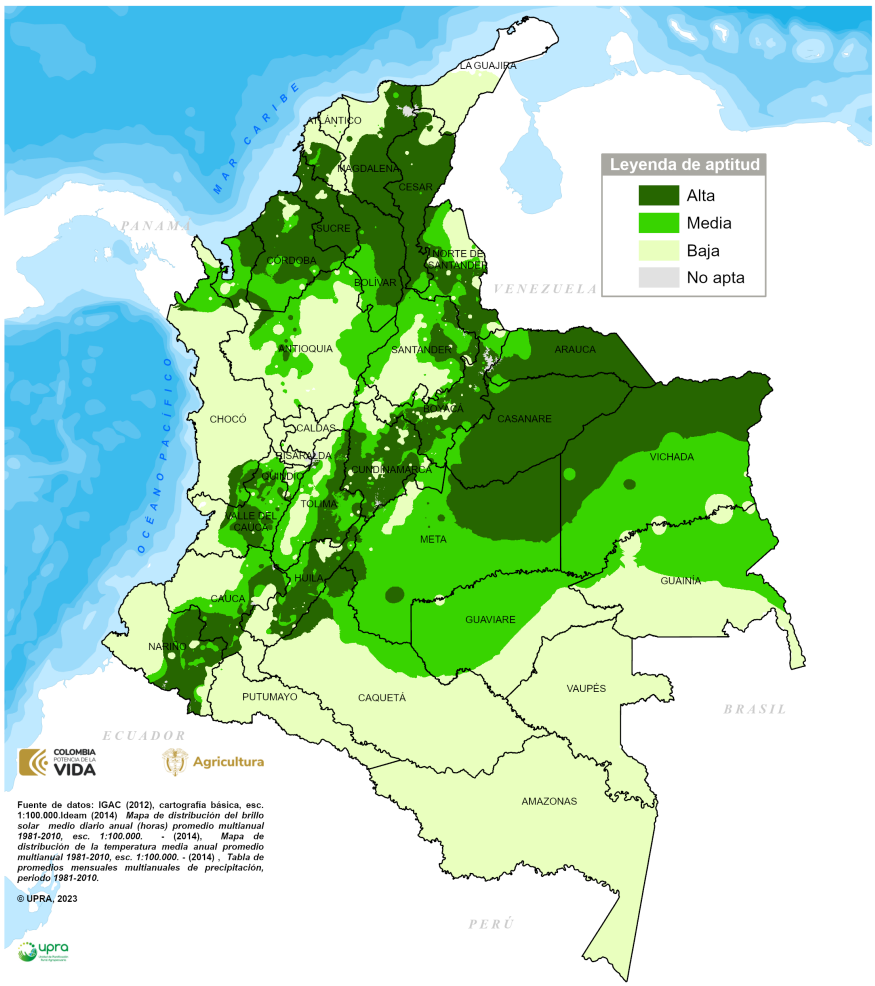
Las cabras deben consumir más materia seca, en relación con el peso corporal. Debe contener una mayor concentración de nutrientes, comparado con los requerimientos de otros rumiantes, esto está dado porque el retículo-rumen de la cabra que es más pequeño en relación con su tamaño corporal, haciendo que el tiempo de retención de las partículas del alimento sea menor, permitiendo una rápida tasa de paso de las partículas, y debido al menor tiempo de residencia en el rumen permite que la digestibilidad real de la dieta sea menor que en otros rumiantes, y que el nivel de consumo sea en una relación de 30% gramíneas y 70% leguminosas. Para que las cabras estén bien nutridas (2010. Méd. Vet. e Ing. Agr. Juan José Gioffredo y Méd. Vet. Ana Petryna Caprinos: Generalidades, Nutrición, Reproducción e Instalaciones. Argentina).

A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de condiciones climáticas, donde se tuvo en cuenta los requerimientos de cada agrupación de pastos y leguminosas (Corpoica, 2017), (Arce, Peña, y Cárdenas, 2013), (CIAT, 2010), (Argel, 2005), (Bernal, 1994), (Lapointe & Miles, 1992), (Baruch y Fisher, 1997), (ICA, 1976):

Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones climáticas óptimas para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	Alta(A1)
Se presenta limitación moderada por condiciones climáticas, para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	Media(A2)
Se presenta limitación fuerte por condiciones climáticas, para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	Baja(A3)
Restricciones por condiciones climáticas que imposibilitan el desarrollo de la actividad, para el establecimiento de pastos para la producción caprina.	No apta(N1)

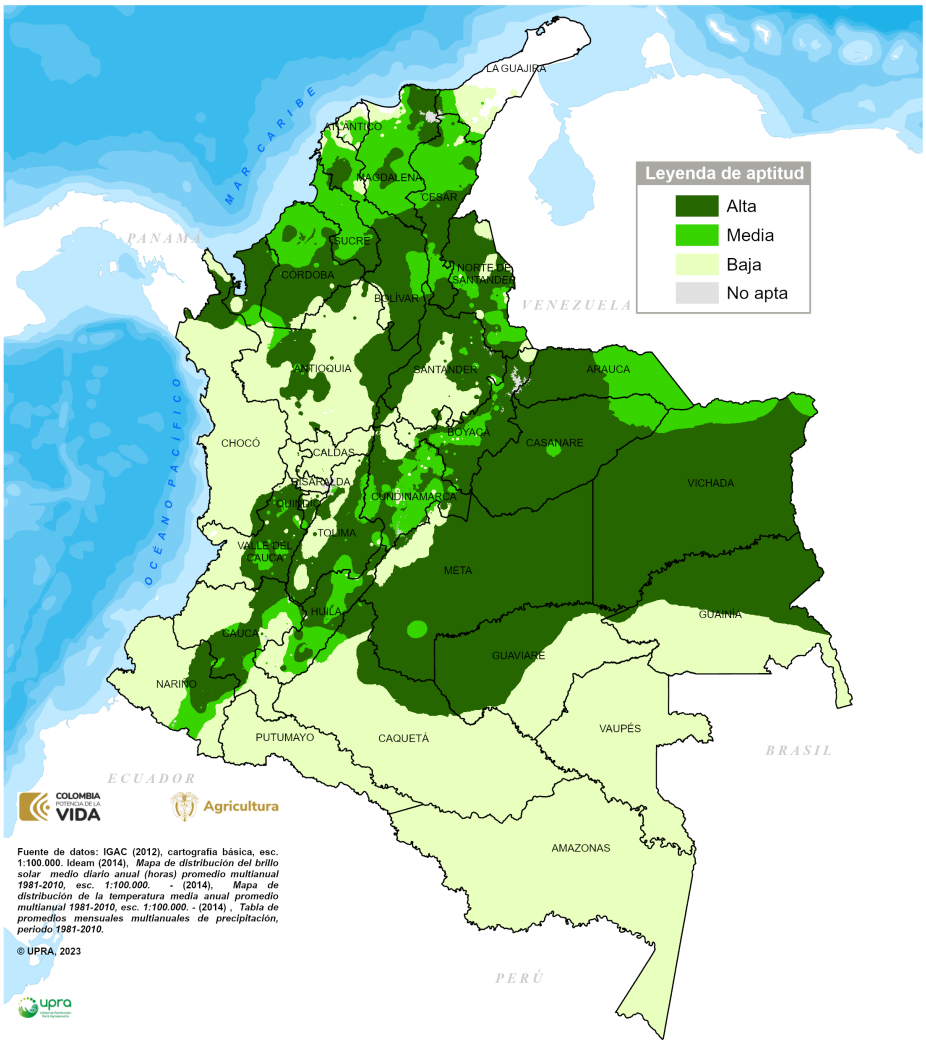
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



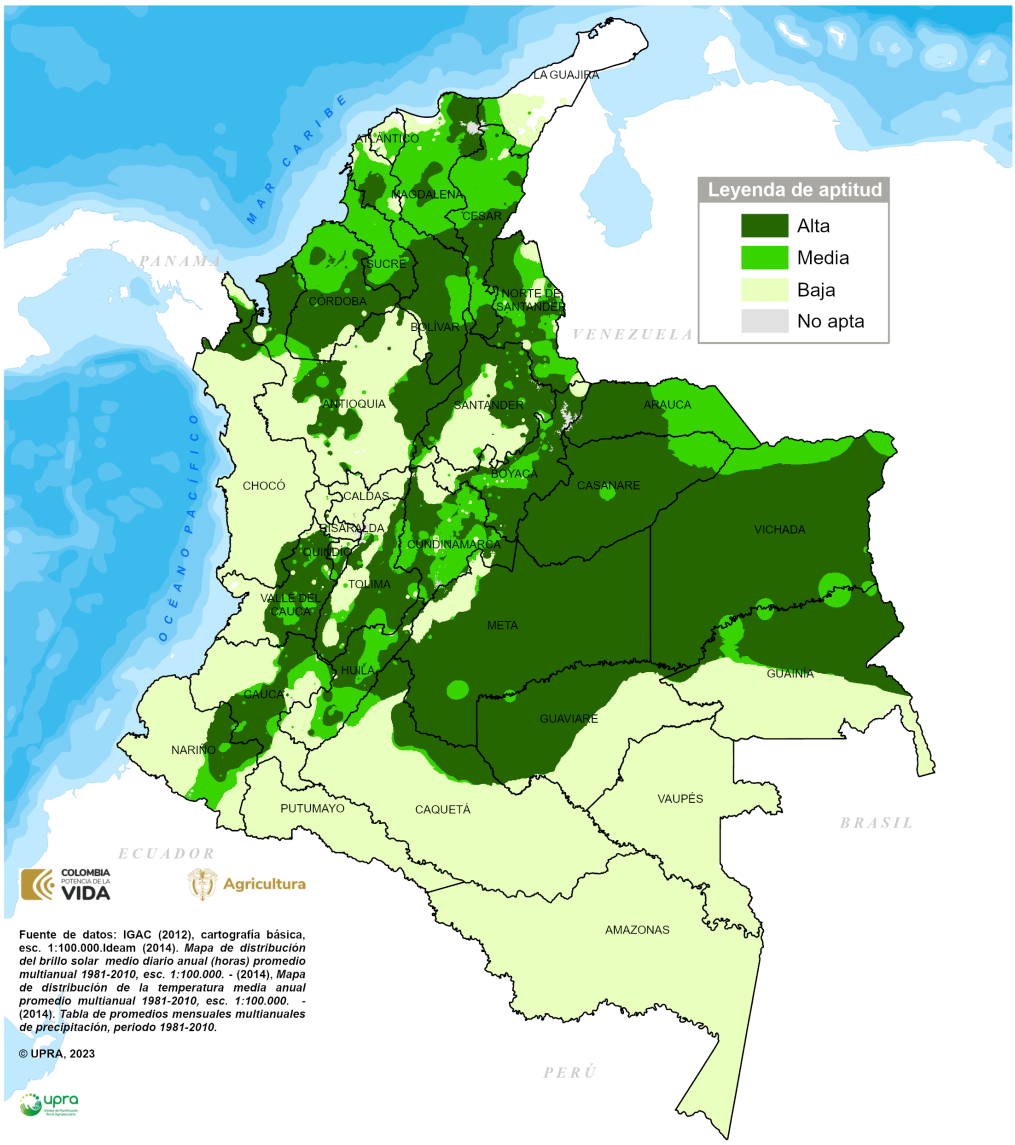
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

Leguminosas



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Baruch Z; Fisher J; capitulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura; Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103-142.
- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33, FAO, Roma, p. 193.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Ideam. (2014). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- _. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010. Bogotá: IDEAM.
- _. (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: IDEAM.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.

1.5.1. Variable temperatura media anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÏSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: temperatura media anual	**UNIDAD DE MEDIDA**: grados centígrados (°C)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Medida del estado térmico del aire, con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2014).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La temperatura del aire ejerce un efecto en todos los procesos fisiológicos de las plantas. La velocidad de crecimiento está limitada por un rango de temperatura, comprendida entre los valores máximo y mínimo, fuera de los cuales este se afecta; el valor óptimo se encuentra entre estos dos. Los efectos acumulativos de la temperatura tienen directa incidencia en el crecimiento y desarrollo de los pastos y leguminosas.

Conocer la distribución espacial anual de la temperatura del aire es fundamental para la zonificación, ya que es la base para establecer áreas con condiciones térmicas diferenciales, lo cual permite establecer zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apta (N1) para los cultivos de pasto y leguminosas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Los valores asignados para la construcción de rangos de temperatura se realizaron por agrupación de pasturas y leguminosas según los requerimientos térmicos (ICA. (1976); CIAT. (2010); Baruch Z; Fisher J (1997); Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013); Bernal, Javier. (1994).

Grupo de pasturas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja(A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	12-15	15-18; 10-12	6-10	<6 - >18
2 (Kikuyo)	12-15	15-18; 10-12	8-10	<8 - >18
3 (Ángleton y Climacuna)	>24	22-24	20-22	<20
4 (Estrellas)	>24	18-24	16-18	<16
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	>24	20-24	17-20	<17
6 (Guineas)	>24	20-24	18-20	<18
7 (Brachiarias)	>26	20-26	18-20	<18
8 (Humidícola)	>24	20-24	17-20	<17

Grupo de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Grupo 1(Calopo)	>24	20 -24	18-20	<18
Grupo 2 (Centrocema)	>24	20 -24	18-20	<18
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	>24	20 -24	18-20	<18
Grupo 4 (Soya perenne)	>24	20-24	18-20	<18
Grupo 5 (Trébol rojo)	18 -24	12 -18	10-12	<10 y >24
Grupo 6 (Alfalfa)	12-18	18-24	10-12 y 24 -28	<10 y >28
Grupo 7 (Leucaena)	>24	20-24	18-20	<18
Grupo 8 (Guásimo)	>24	24-20	18-20	<18
Grupo 9 (Sauco)	12-18	18-24	10-12 y 24 -28	<10 y >28

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada y normalizada de la información de temperatura de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la base con que cuenta solo está hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición térmica actual del país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam, en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.

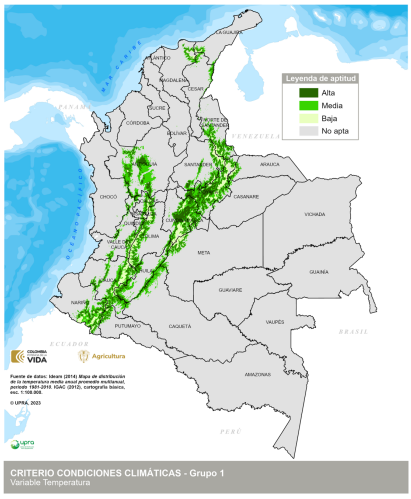
Se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

UNIDAD DE ANÁLISIS

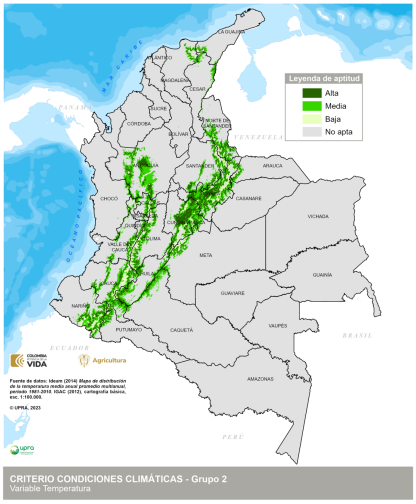
Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

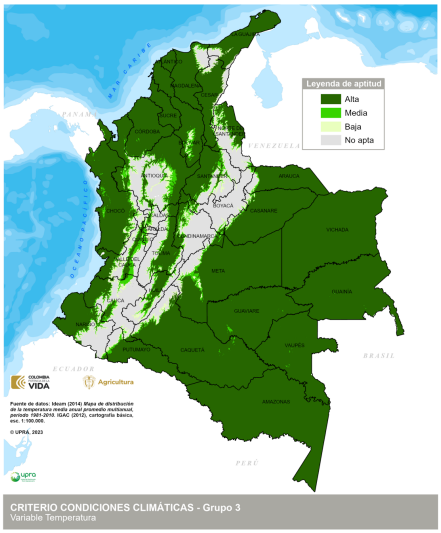
Grupo de gramíneas



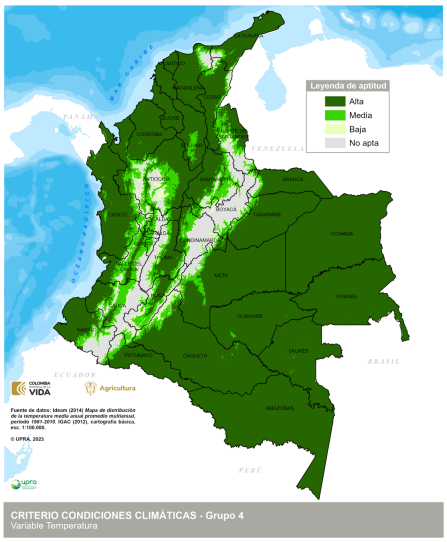
Grupo 1



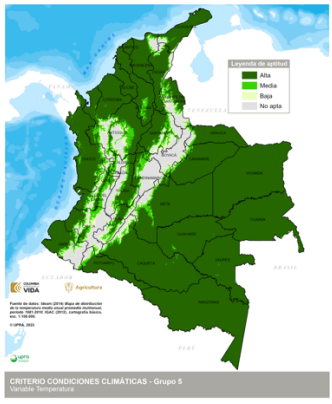
Grupo 2



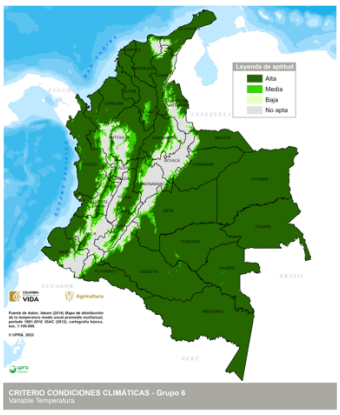
Grupo 3



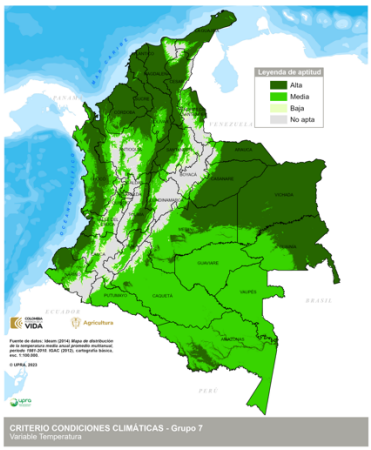
Grupo 4



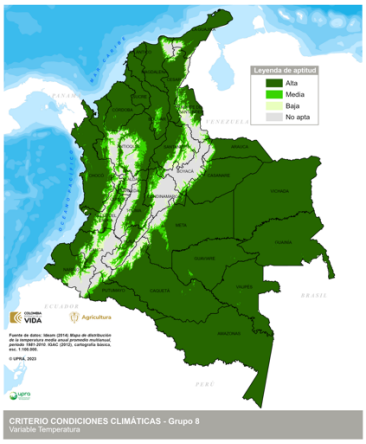
Grupo 5



Grupo 6

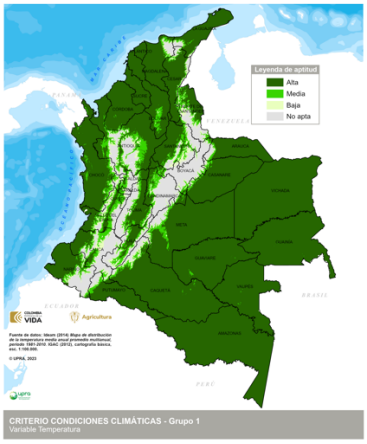


Grupo 7

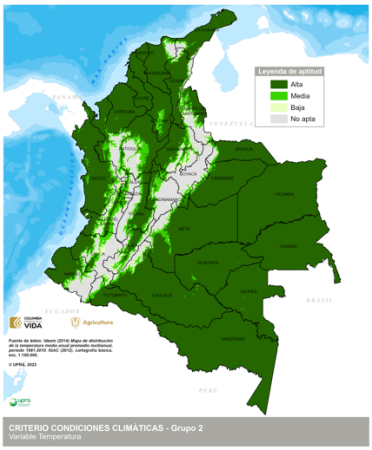


Grupo 8

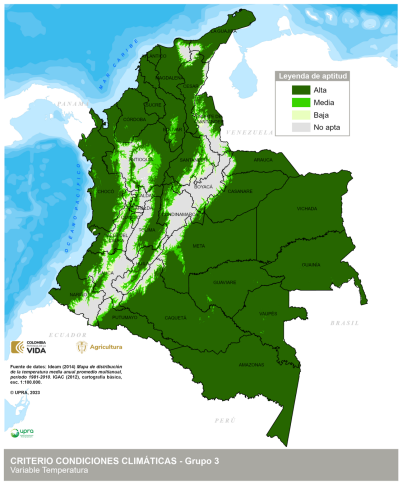
Grupo de leguminosas



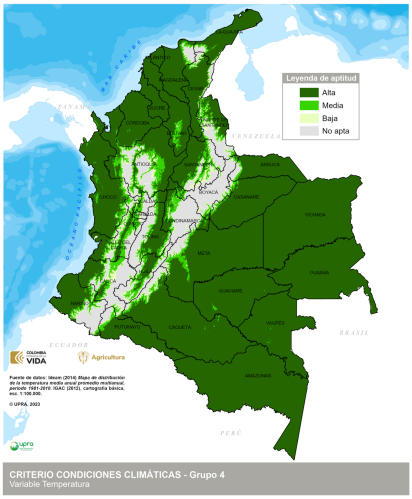
Grupo 1



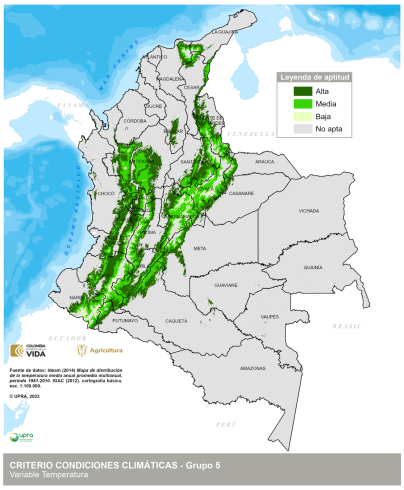
Grupo 2



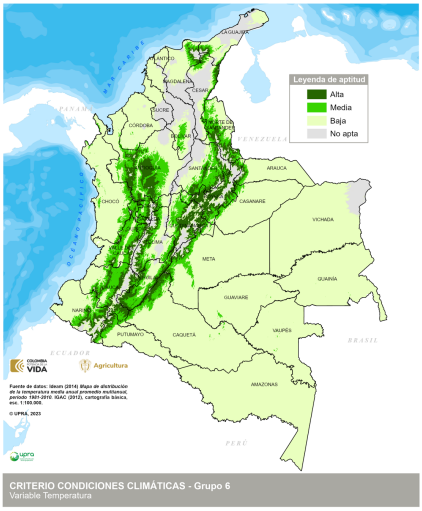
Grupo 3



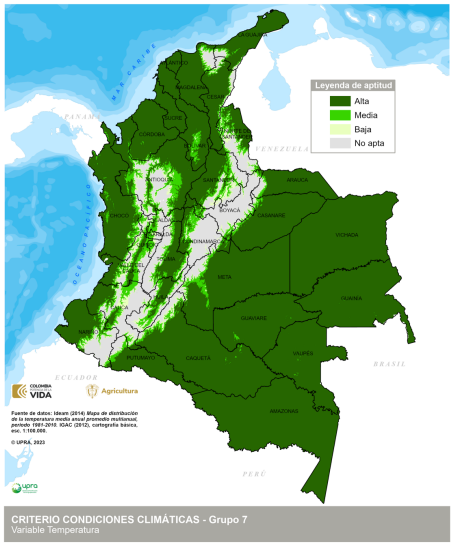
Grupo 4



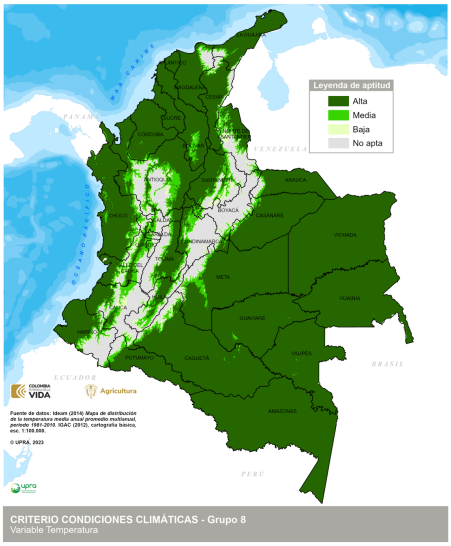
Grupo 5



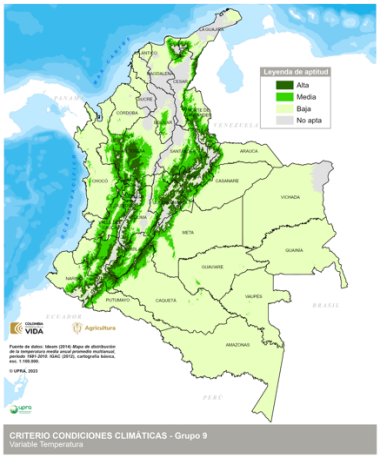
Grupo 6



Grupo 7



Grupo 8



Grupo 9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Baruch Z; Fisher J; capítulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura; Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103- 142.
- Bemal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33, FAO, Roma, p. 193.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/ nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, ltaly.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá O.C.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: <http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologiacuantitativacultivos.pdf>.
- ldeam. (2014). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: ldeam.
- _. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981- 2010. Bogotá: ldeam.
- _. (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: ldeam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC

1.5.2. Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: adimensional</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Índice de la relación mensual entre la precipitación y la evapotranspiración actual del cultivo. refiriéndose a la cantidad de agua que suministra la precipitación en el mes, que es evapotranspirada y, la evapotranspiración del cultivo mensual, llevado a una medida de tendencia anual, expresados en valores de 0 a 1

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta variable se refiere al potencial de agua que se podría suministrar por la precipitación. la necesidad de agua para los cultivos de pastos y leguminosas es estimada a través de la evapotranspiración actual y es suplida en la medida que la precipitación esté disponible; de allí que este índice muestra dicha relación, donde indica que cuando los valores estén cercanos o iguales a 1, las necesidades de agua están siendo compensadas y en la medida que se aleja aumentan los déficits hídricos, afectando el potencial de abastecimiento de agua para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se estableció como valor de exclusión técnica (N1), menos de 0,4 de IDHc que ocasionan estrés hídrico y, por lo tanto, imposibilidad para establecer el cultivo y permitir su crecimiento, desarrollo y producción.

Rangos de aptitud, gramíneas (grupos 1-8)

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)	Aptitud
>0,85	Alta (A1)
0,70 – 0,85	Media (A2)
0,40 - -0,70	Baja (A3)
<0,40>	No apta (N1)

Grupo de leguminosas (IDHc)	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Grupo 1(Calopo)	>0,80	0,70 - 0,80	0,50 - 0,70	< 0,50
Grupo 2 (Centrocema)	>0,80	0,70 - 0,80	0,40 - 0,70	< 0,40
Grupo 3 (Fríjol terciopelo)	>0,85	0,70-0,85	0,50 - 0,70	< 0,50
Grupo 4 (Soya perenne)	>0,70	0,60-0,70	0,40 - 0,60	< 0,40
Grupo 5 (Trébol rojo)	>0,85	0,60-0,85	0,40 - 0,60	< 0,40
Grupo 6 (Alfalfa)	>0,85	0,70-0,85	0,50-0,70	< 0,50
Grupo 7 (Leucaena)	>0,75	0,60-0,75	0,40-0,60	< 0,40
Grupo 8 (Guásimo)	>0,75	0,60-0,75	0,40-0,60	< 0,40
Grupo 9 (Sauco)	>0,70	0,60-0,70	0,40-0,60	< 0,40

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Colombia presenta una amplia gama de condiciones climáticas que van desde lo semidesértico (La Guajira) hasta lo muy húmedo (Chocó) y desde el nivel del mar (costas Caribe y Pacífica) hasta la criósfera (nevados), que dificultan de manera importante establecer mapas nacionales, dado que en muchas regiones del país los modelos de estimación de la evapotranspiración (evapotranspiración de referencia ETo Penman-Monteith y del cultivo ETc) se sobreestima o subestima, sobre todo en las regiones con condiciones evaporativas bajas.

Dicho análisis de humedad para el cultivo se centra únicamente en lo climático, excluyendo el suelo (almacenamiento de agua del suelo), primero porque no se cuenta con información nacional de humedad aprovechable (capacidad de campo menos punto de marchitez permanente); además que la información de suelos con cubrimiento nacional son los estudios generales de suelos del país (escala 1:100.000) que contienen asociaciones como unidades cartográficas de suelos. Es así que, al no incluir en el modelo, la capacidad de almacenamiento del suelo, no es conveniente incluir el almacenamiento anterior mes a mes, con lo que conlleva a la inconveniencia de incluir las pérdidas de agua por escorrentía, como se sugiere con la precipitación efectiva (80%, FAO/AGLW, USDA por Crowat 8.0 y otras recomendadas), además de que no se cuenta con mapa nacional de está.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de esta variable se realiza en un sistema de información geográfico, a través de mapas *ráster* de precipitación, evapotranspiración de referencia y evapotranspiración del cultivo mes a mes, mediante los siguientes cálculos ráster:

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (***IDHc***) se calculó en función de la siguiente ecuación:

$$DHc = [(ETa_{ene}/ETc_{ene})+(ETa_{feb}/ETc_{feb}) \ldots\ldots\ldots (ETa_{dic}/ETc_{dic})]/12$$

$$ETa=ETc \text{ cuando } P \geq ETc \text{ y } ETa=P \text{ cuando } P<ETc$$

donde:

P = precipitación mensual multianual.
ETc = evapotranspiración del cultivo mensual bajo condiciones estándar.
ETa es la evapotranspiración actual, refiriéndose a la cantidad de agua que suministra la precipitación en dicho mes y es evapotranspirada; los anteriores generados a partir de la normal climatológica 1981 al 2010.

Por su parte, la evapotranspiración del cultivo (***ETc***) es:

$$ETc = Kc * ETo$$

donde:

Kc : coeficiente hídrico del cultivo de pastos (1.0) leguminosas.

Leguminosas	Kc
Grupo 1 (Calopo)	1,13
Grupo 2 (Centrocema)	1,15
Grupo 3 (fríjol terciopelo)	1,15
Grupo 4 (Soya perenne)	1.15
Grupo 5 (Trébol rojo)	1,10
Grupo 6 (Alfalfa)	1,27
Grupo 7 (Leucaena)	1,05
Grupo 8 (Guásimo)	1,05
Grupo 9 (Sauco)	0,95

ETo = evapotranspiración de referencia mensual (*demanda de evapotranspiración de la atmósfera, en función de un cultivo de referencia, específicamente pasto con una altura de 0,12 m, resistencia superficial de 70 sm^{-1} y un albedo de 0,23*).

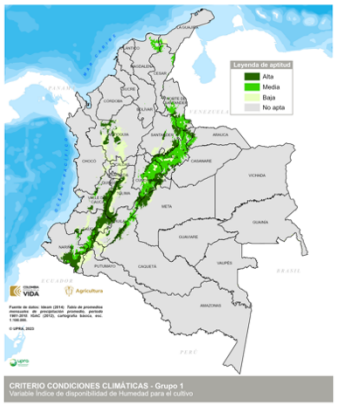
Una vez calculados los valores de ***IDHc*** mensuales multianuales desde enero hasta diciembre, son llevados a un promedio anual.

UNIDAD DE ANÁLISIS

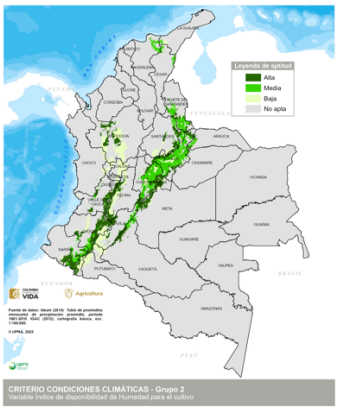
Distribución del índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc) en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

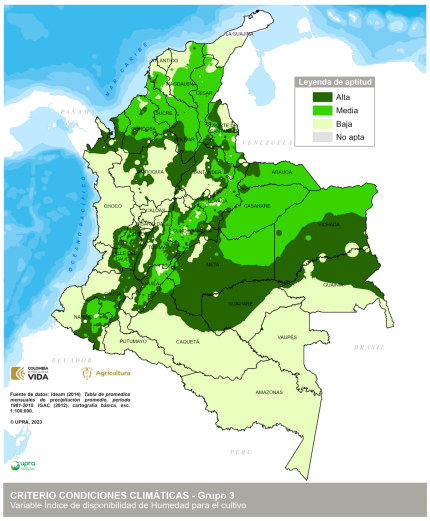
Grupo gramineas



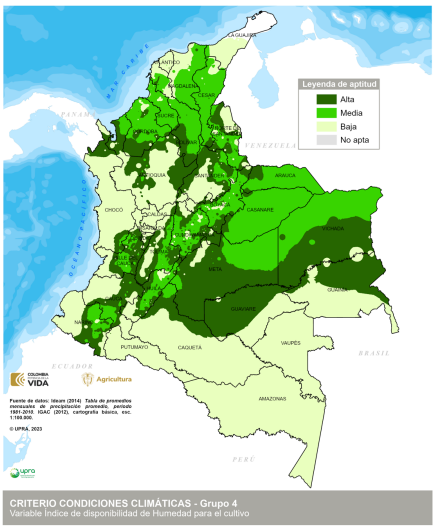
Grupo 1



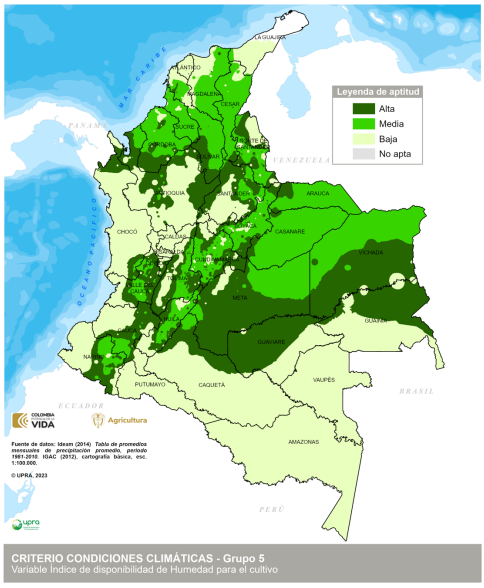
Grupo 2



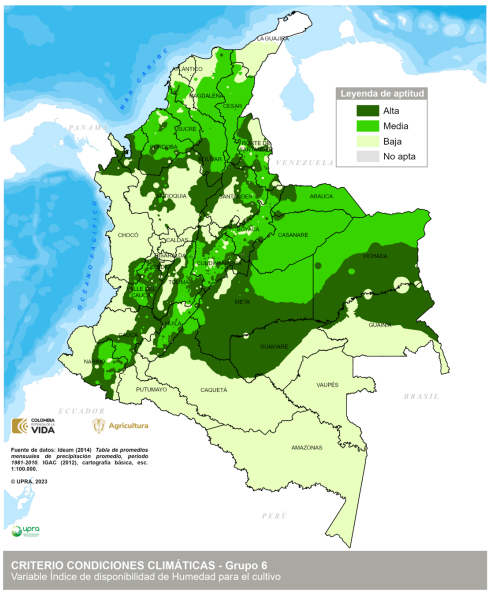
Grupo 3



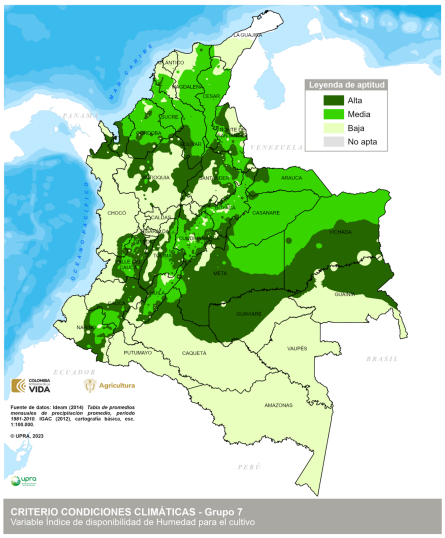
Grupo 4



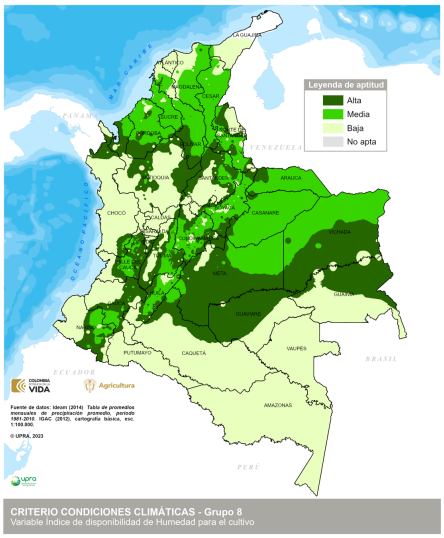
Grupo 5



Grupo 6

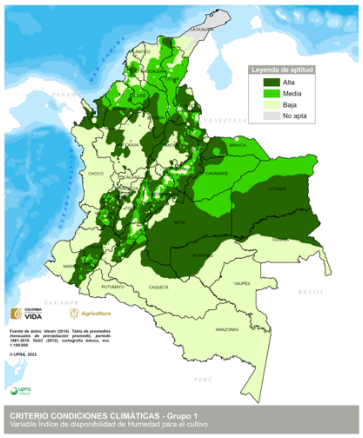


Grupo 7

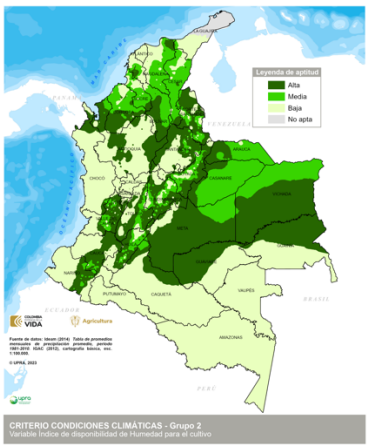


Grupo 8

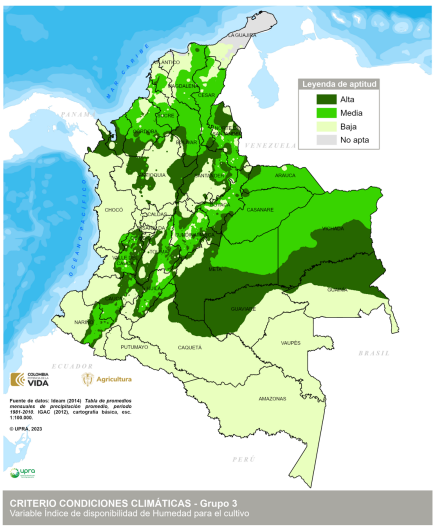
Grupo leguminosas



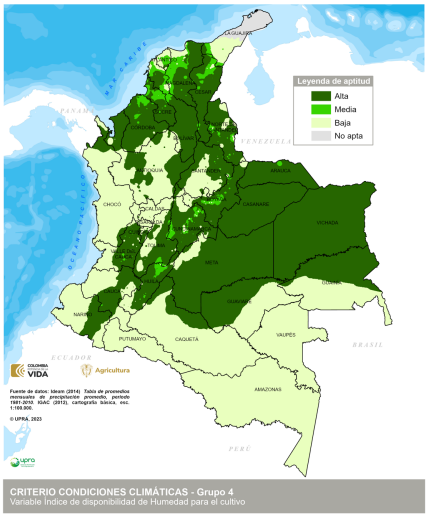
Grupo 1



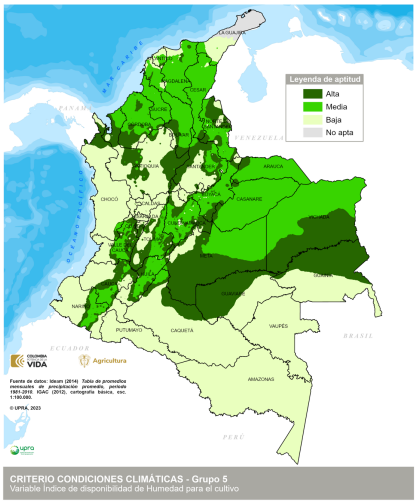
Grupo 2



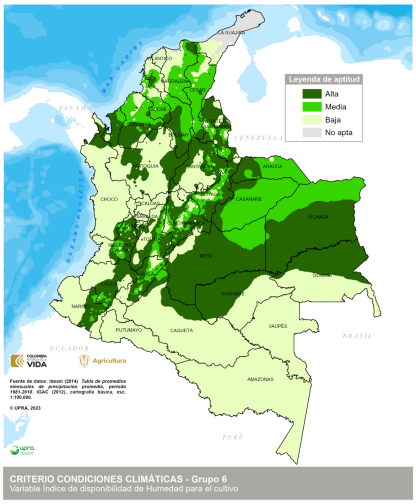
Grupo 3



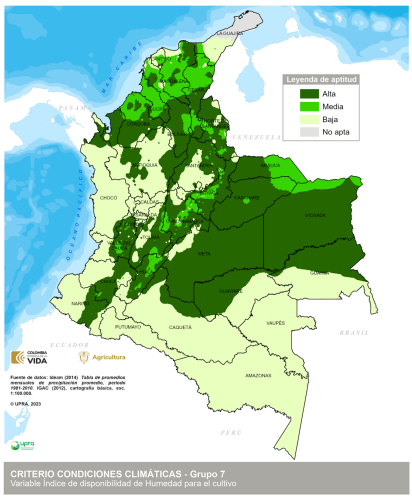
Grupo 4



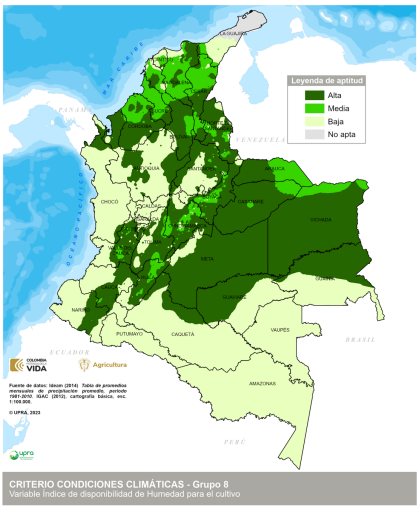
Grupo 5



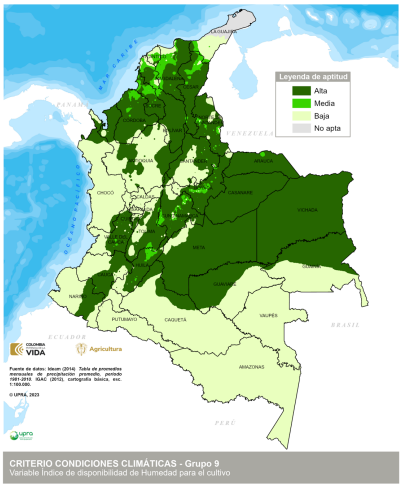
Grupo 6



Grupo 7



Grupo 8



Grupo 9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- _. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.5.3. Variable brillo solar medio diario anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: brillo solar medio diario anual	**UNIDAD DE MEDIDA:** horas sol/día	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre, se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2014).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Incide directamente en la eficiencia fotosintética y en consecuencia en la tasa de asimilación neta, y en la acumulación de materia seca, es decir en la producción de forraje y en la recuperación de los potreros en los periodos de descanso.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Los valores asignados para la construcción de rangos de brillo solar se realizaron por agrupación de pasturas y leguminosas según los requerimientos (ICA. (1976); CIAT. (2010); Baruch Z; Fisher J 1997); Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013); Bernal, Javier. (1994)).

Grupos de pasturas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	>3	2-3	<2	-
2 (Kikuyo)				
3 (Ángleton y Climacuna)	>4	3-4	<3	-
4 (Estrellas)				
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)				
6 (Guineas)				
7 (Brachiarias)				
8 (Humidícola)				

Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Grupo 1 (Calopo)	>4	3-4	<3	-
Grupo 2 (Centrocema)				
Grupo 3 (fríjol terciopelo)				
Grupo 4 (Soya perenne)				
Grupo 5 (Trébol rojo)				
Grupo 6 (Alfalfa)				
Grupo 7 (Leucaena)				
Grupo 8 (Guásimo)				
Grupo 9 (Sauco)				

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada de la información de brillo solar de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene normalizada solo está hasta 2010 del Ideam. En consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición de insolación actual del país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información utilizada de base para las unidades de brillo solar se toma del mapa de isohelias anuales elaborado por el Ideam (2014) a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1981 a 2010.

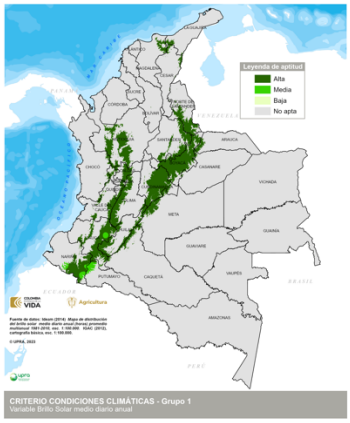
Se realizó un ejercicio de delimitación espacial del brillo solar, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico. La actividad fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

UNIDAD DE ANÁLISIS

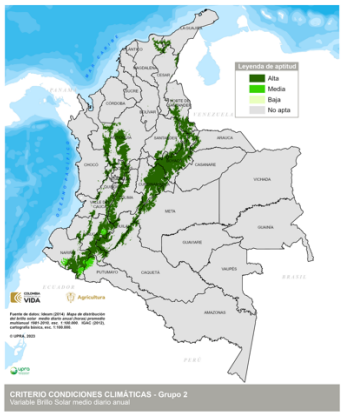
Distribución del brillo solar media diario anual en el territorio nacional.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

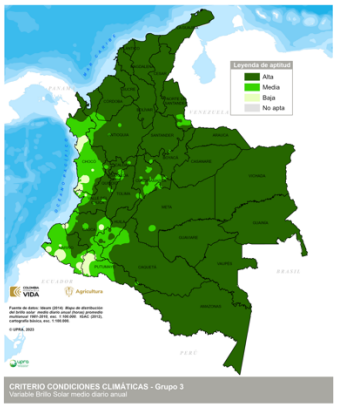
Grupos de gramineas



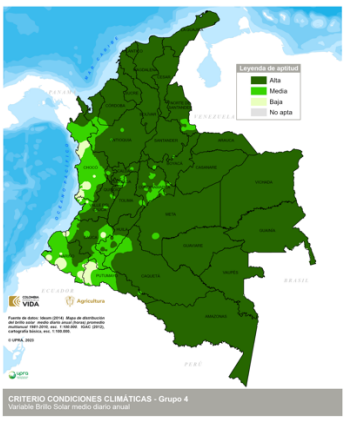
Grupo 1



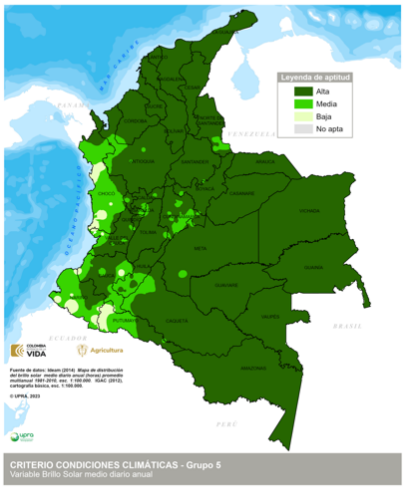
Grupo 2



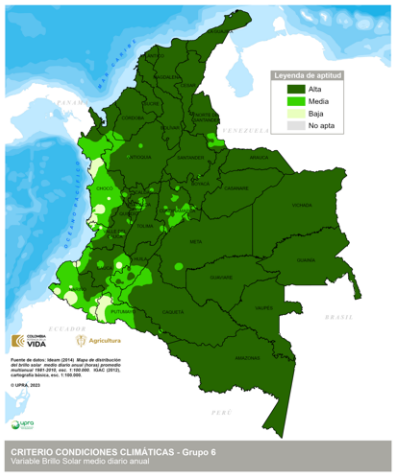
Grupo 3



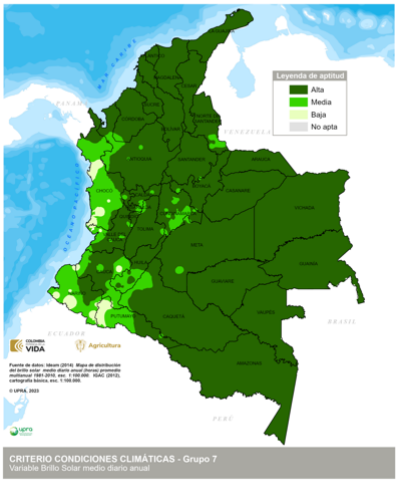
Grupo 4



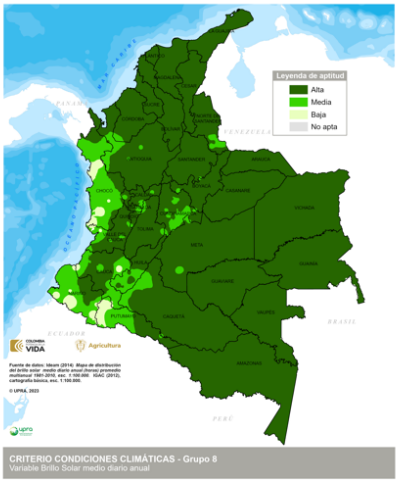
Grupo 5



Grupo 6

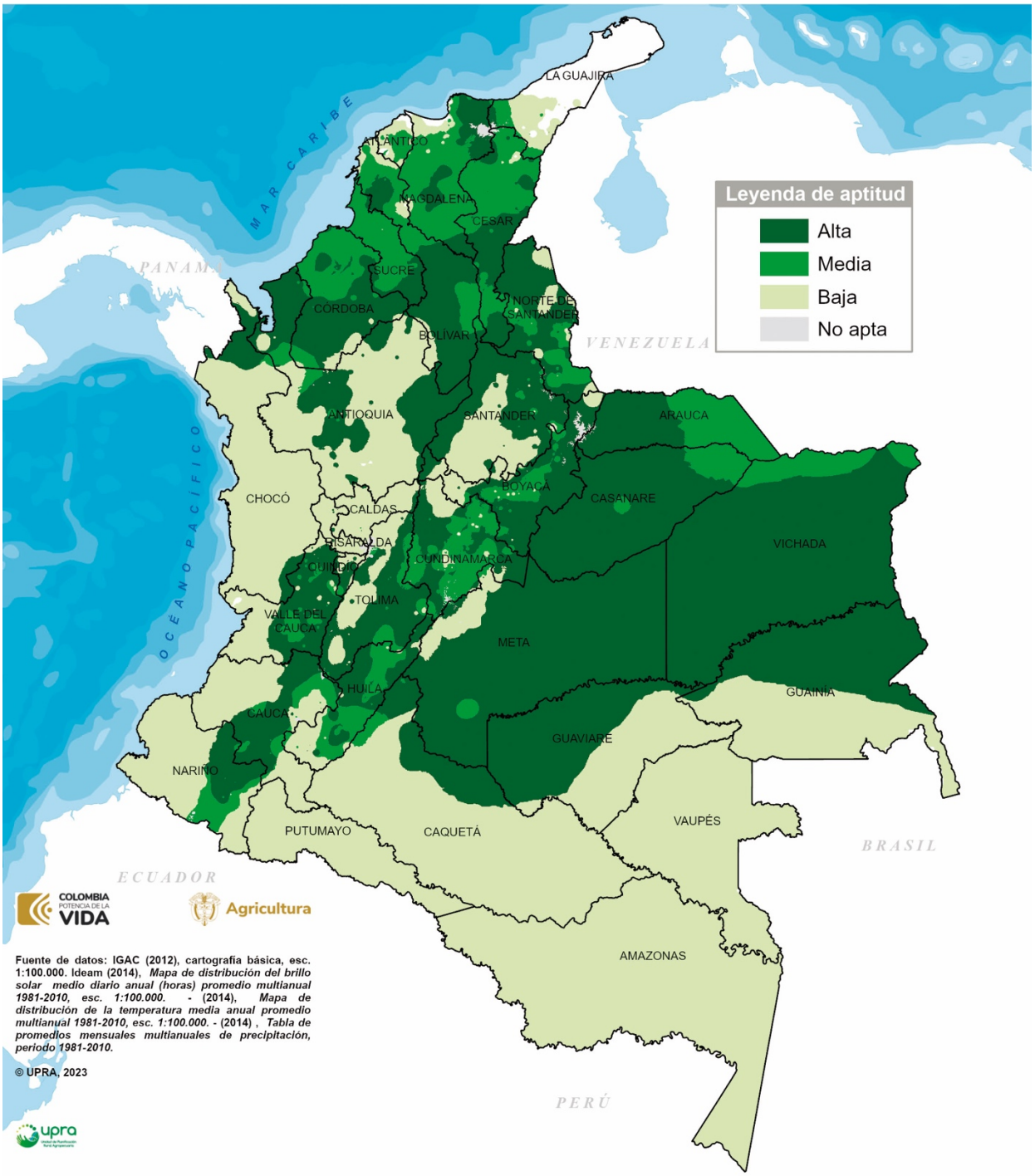


Grupo 7



Grupo 8

Grupo leguminosas



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

Grupos 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Baruch Z; Fisher J; capitulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura; Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103-142.
- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CORPOICA. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33, FAO, Roma, p. 193.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Ideam. (2014). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- _. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- _. (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: IDEAM.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.

1.6. Criterio condiciones de enraizamiento

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Profundidad efectiva, expresada en centímetros (cm). • Pedregosidad, expresada como fase cartográfica. • Textura, expresada en clases texturales.		

DEFINICIÓN

Conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo de las raíces, tanto en forma vertical como horizontal (FAO, 1991), (FAO, 1976).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Afecta el espacio de exploración de las raíces, incidiendo en la capacidad de originar reservas en estolones, tallos y nuevas raíces para la recuperación de los pastos durante los periodos de descanso, afectando directamente la productividad; en la medida en que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes (Bernal, 1994).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, se concluye que no hay zonas no aptas (N1) en las cuales se imposibilite el enraizamiento de estos pastos.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que corresponden a aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de condiciones de enraizamiento para cada una de las agrupaciones de gramíneas y de leguminosas se define a partir de un árbol de decisión, donde se integran las variables de profundidad efectiva, textura y pedregosidad, como se muestra en la tabla a siguiente:

Árbol de decisión, gramíneas

Profundidad efectiva	Textura	Pedregosidad	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
A2	A1	A1	A2
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
A3	Cualquiera	Cualquiera	A3

Árbol de decisión, leguminosas (grupos 1-6)

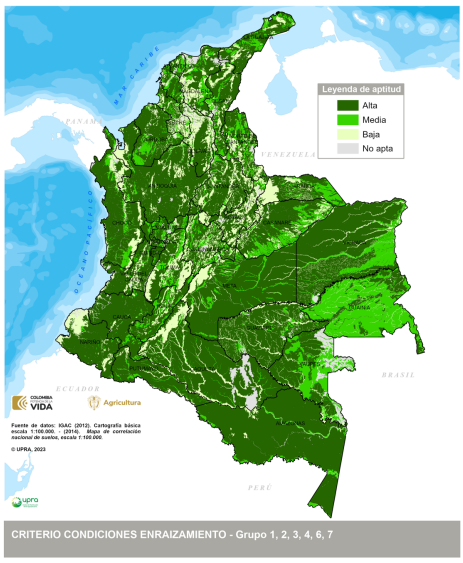
Profundidad efectiva	Textura	Pedregosidad	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
A2	A1	A1	A2
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
A3	Cualquiera	Cualquiera	A3
N1	Cualquiera	Cualquiera	Sin calificación (en blanco)

Árbol de decisión, leguminosas (grupos 7-9)

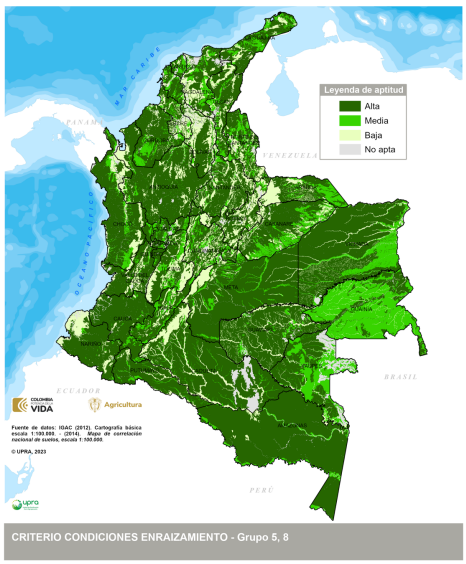
Profundidad efectiva	Textura	Pedregosidad (%)	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A2
	A2	A1	A2
		A2	A2
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
	A2	A1	A2
		A2	A2
A3	Cualquiera	Cualquiera	A3
N1	Cualquiera	Cualquiera	Sin calificación (en blanco)

El resultado de integración de los árboles de decisión para cada una de las agrupaciones se muestra a continuación:

Gramíneas

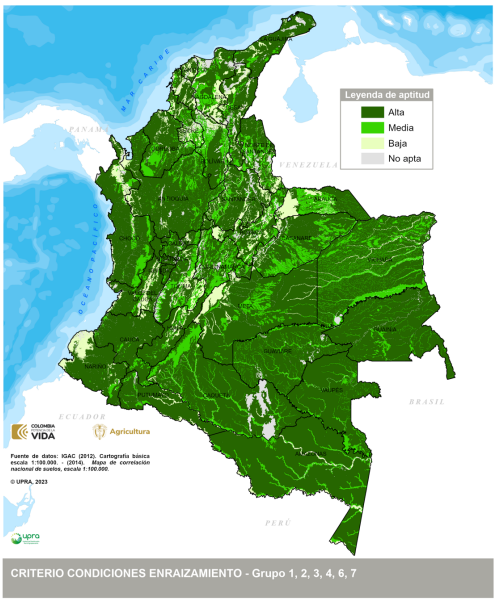


Grupos 1, 2, 3, 4, 6 y 7.

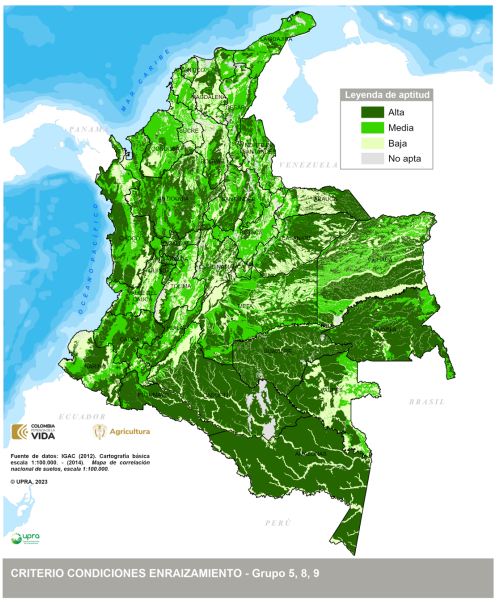


Grupos 5 y 8.

Leguminosas



Grupos 1, 2, 3, 4, 6 y 7.



Grupos 5,8,9

La información para las tres variables que conforman el criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014) que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad (cm), pedregosidad (fase cartográfica) y las clases texturales.

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (AHP), como se muestra a continuación:

Árbol de decisión del criterio

Agrupaciones de gramíneas	Pesos
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151

Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,060
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,000

Agrupaciones de leguminosas	Pesos
Grupo 1 (Calopo)	0,032
Grupo 2 (Centrocema)	0,017
Grupo 3 (fríjol terciopelo)	0,159
Grupo 4 (Soya perenne)	0,103
Grupo 5 (Trébol rojo)	0,048
Grupo 6 (Alfalfa)	0,224
Grupo 7 (Leucaena)	0,072
Grupo 8 (Guásimo)	0,322
Grupo 9 (Sauco)	0,023

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

En la calificación cualitativa del criterio condiciones de enraizamiento, se tuvieron en cuenta los requerimientos de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones de enraizamiento optimas, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Alta (A1)
Condiciones de enraizamiento que presentan limitaciones moderadas, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos	Media (A2)
Condiciones de enraizamiento que presentan fuertes limitaciones, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción de caprinos.	Baja (A3)
No se presenta rangos para esta calificación.	No apto (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

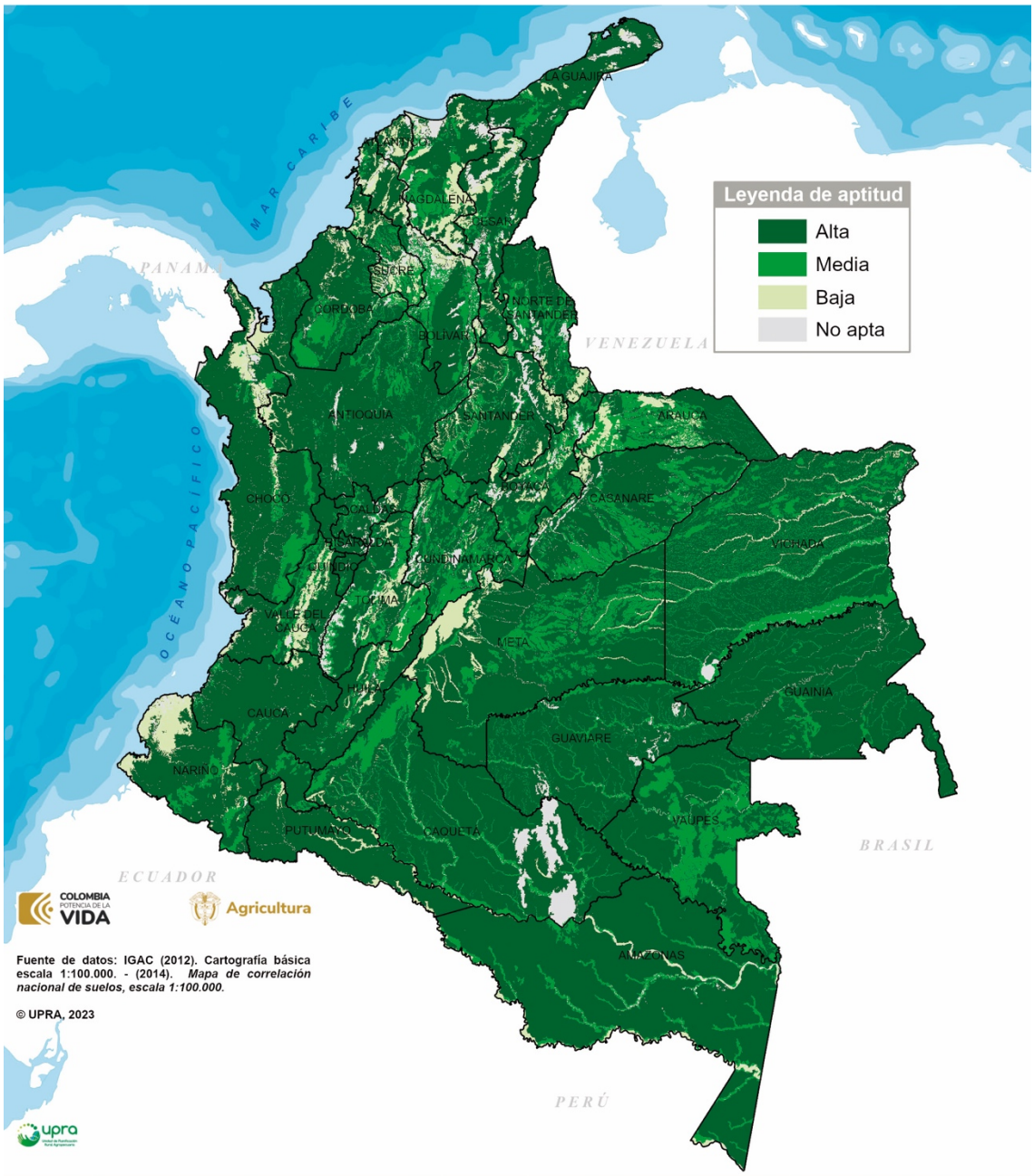
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



CRITERIO CONDICIONES ENRAIZAMIENTO

Leguminosas



CRITERIO CONDICIONES ENRAIZAMIENTO

Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta del 90 %, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70% con leguminosas y 30% de gramíneas (Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO CONDICIONES ENRAIZAMIENTO

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B; Peña, A; Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M. Germán, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (1991). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.6.1. Variable profundidad efectiva

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: profundidad efectiva</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: centímetros (cm)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables; también se define como el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Determina el espacio donde las raíces pueden desarrollarse vigorosamente, influyendo en la producción de forraje y por consiguiente en la productividad caprina; en un suelo profundo las pasturas pueden encontrar mayor humedad en tiempos de sequía, ya que éste puede almacenar más agua; de igual manera, la planta puede tomar los nutrientes que están a su alcance, y los almacenados en los horizontes más profundos del suelo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se definieron como no aptas (N1) para el establecimiento de cultivos de pastos, las profundidades efectivas donde los suelos que integran las consociaciones tienen un contacto lítico cerca de la superficie.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones, y se califica la profundidad del componente que ocupa la mayor área dentro de la unidad; esto quiere decir que dentro de ésta existen algunos sectores con diferentes profundidades efectivas a la calificada y por lo tanto aptitudes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar a las unidades de tierra, fue el mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 realizado por el IGAC (2014).

Esta variable se analiza con base en el comportamiento de la textura cuando se remueve el suelo, especialmente en lo relacionado con la pegajosidad, facilidades para hacer drenajes y la susceptibilidad a la compactación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los valores asignados para la construcción de rangos de profundidad efectiva se realizaron por agrupación de pasturas según los requerimientos (ICA. (1976); CIAT. (2010); Baruch Z; Fisher J (1997); Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013); Bernal, Javier (1994)).

Grupo de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1(Raigrases)	>50	25-50	<25	-
2 (Kikuyo)	>50	25-50	<25	-
3 (Ángleton y Climacuna)	>50	25-50	<25	-
4 (Estrellas)	>50	25-50	<25	-
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	> 25	-	< 25	-
6 (Guineas)	>50	25-50	<25	-
7 (Brachiarias)	>50	25-50	<25	-
8 (Humidícola)	> 25	-	< 25	-

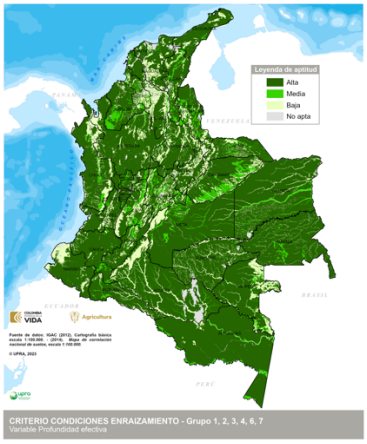
Grupo de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	>50	25-50	<25	Lithic, Petroferric, Petrocalcic, Petrogypsic (consociaciones)
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

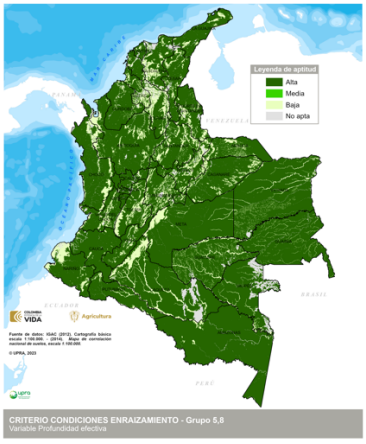
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Gramíneas

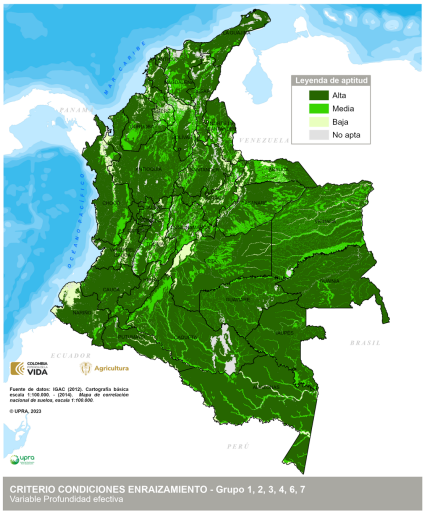


Grupo 1, 2, 3, 4, 6 y 7

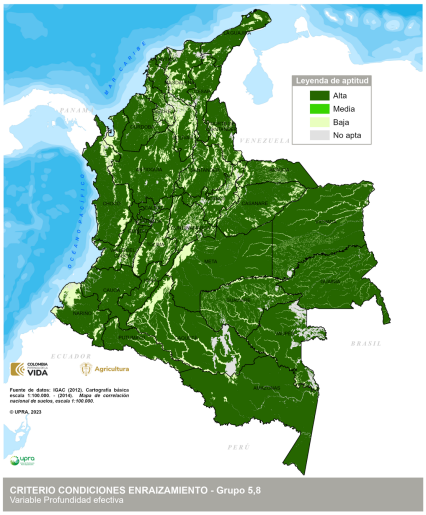


Grupo 5 y 8

Leguminosas



Grupo 1, 2, 3, 4, 6 y 7



Grupo 5 y 8

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M. Germán, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Baruch Z; Fisher J; capitulo Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura; Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103-142.
- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33, FAO, Roma, p. 193.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos*. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media mínima anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification*. Agriculture Handbook N.° 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.6.2. Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
VARIABLE: pedregosidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** fase cartográfica	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Hace referencia a las cantidades de fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores presentes en el suelo (Wambeke y Forbes, 1987). Los fragmentos se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos en las pasturas y leguminosas, porque disminuyen el área para el almacenamiento de agua, acelera la infiltración y disminuye el volumen de material de suelo que las raíces pueden explorar para proveer de nutrientes a los pastos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se ha considerado que en áreas donde hay fase de pedregosidad (fragmentos de roca mayor al 35 %), la aptitud es baja para el establecimiento de pastos y leguminosas, debido a que el volumen de material de suelo es muy poco para proveer de nutrientes y de agua a las plantas y dificulta el uso adecuado de la maquinaria y de los implementos de labranza.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en la base de suelos, solamente aparece la fase pedregosa, no se encuentra expresada en los rangos propuestos para esta zonificación. Se considera que la fase

pedregosa tiene un contenido mayor de 35 %, el cual ha sido evaluado en la etapa de campo, durante la elaboración del estudio de suelos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las fases de pedregosidad se obtuvieron a partir del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que la variable de pedregosidad se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, con fase pedregosa o sin fase pedregosa, pero no especificando rangos. Se asume que cuando es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor o igual a 35 %.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con diferentes consultas a los gremios, productores y literatura relacionada, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) a los suelos sin fase de pedregosidad y con calificación baja (A3) a los suelos con presencia de la fase pedregosa (mayor de 35 % en volumen), porque disminuye el área de los potreros y obstaculizan el buen desarrollo radicular.

Rangos de aptitud, gramíneas (grupos 1-8)

Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)

Rangos de aptitud, leguminosas (grupos 1-9)

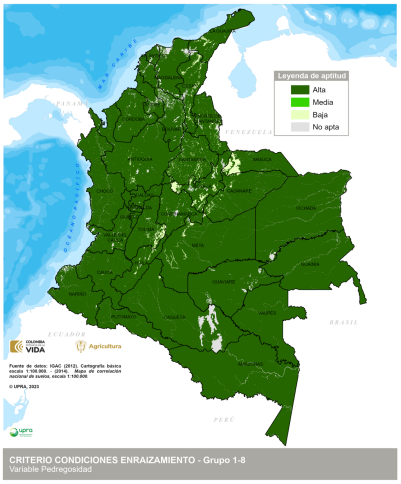
Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad Grupos (1-9)	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad (Grupos 7-9)	Media (A2)
Con fase de pedregosidad (Grupos 1-6)	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

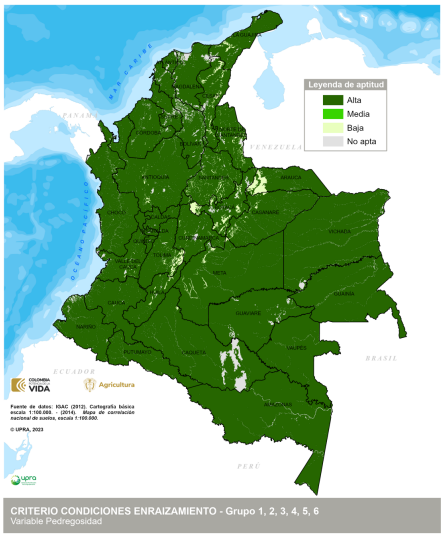
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

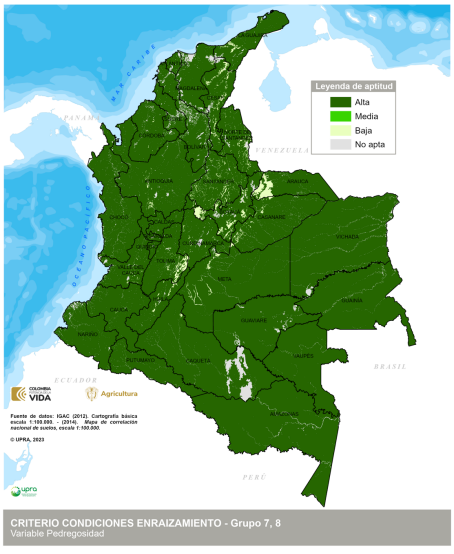
Gramíneas



Grupos 1-8



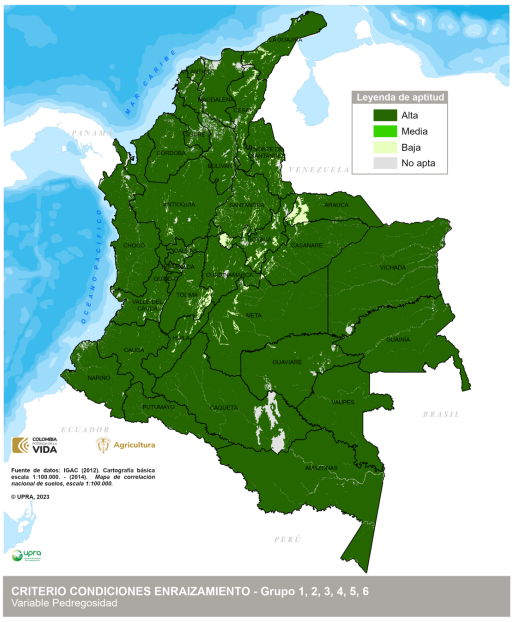
Grupos 1-6



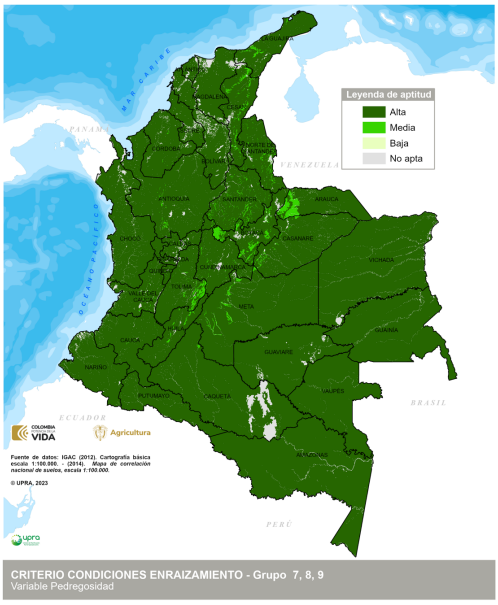
Grupos 7-9

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

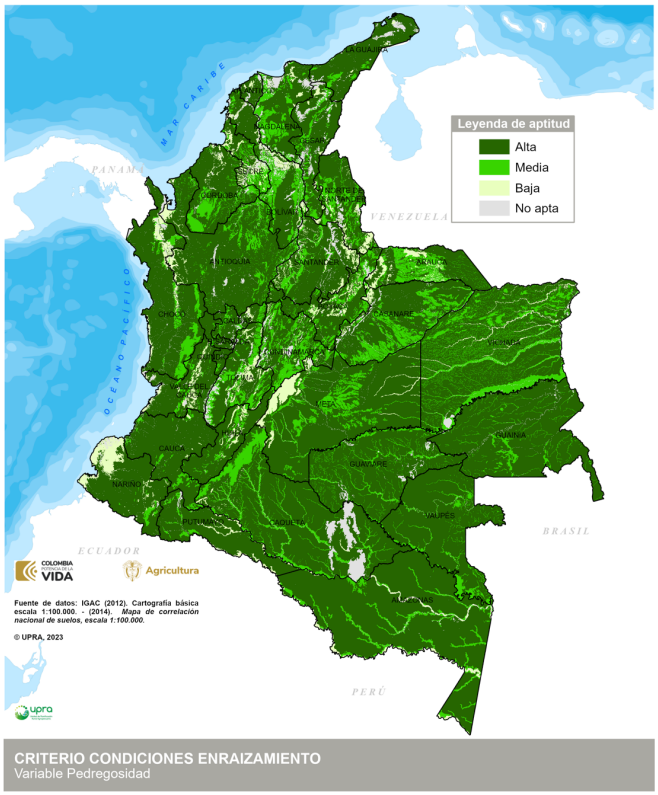
Leguminosas



Grupos 1-2-3-4-5-6



Grupos 7-8-9



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.IGAC. 2014. Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Bogotá: IGAC. 48p. Uso interno.
- SMSS. WAMBEKE, Armand; FORBES, T.R, (1987). Monografía técnica N.° 15. Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. Pág. 44-46.

1.6.3. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
VARIABLE: textura	**UNIDAD DE MEDIDA:** clases texturales	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "fracción fina" del suelo, es decir en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Se relaciona con la consistencia y la porosidad del suelo, afectando la penetración de las raíces y el espacio entre partículas, permitiendo que circule el oxígeno que favorece la aireación; en suelos de texturas finas las raíces tienen mayor gasto de energía para penetrarlos y en los suelos gruesos se puede presentar desarraigamiento de los pastos por el pisoteo de los caprinos, principalmente cuando se encuentran en laderas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se considera que en todos los tipos de texturas se pueden establecer cultivos de gramíneas y leguminosas, sólo que los mismos dan niveles de aptitud diferentes, por lo tanto, no hay exclusión (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de la misma unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no es posible reflejar en la calificación de la unidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se maneja de acuerdo con los requerimientos de los cultivos de pastos analizados en relación con el crecimiento y buen desarrollo vegetativo, y de acuerdo con la información suministrada por los diferentes gremios y productores.

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra fue el mapa de correlación nacional de suelos a la escala 1:100.000 suministrado por el IGAC (2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de textura se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas, según los requerimientos, concluyendo en un rango transversal (ICA. (1976); CIAT. (2010); Baruch Z; Fisher J (1997); Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013); Bernal, Javier (1994)). El resultado es un mapa transversal para todas las agrupaciones.

Grupo de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	Baja (N1)
1 (Raigrases)	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (Finas)	A, AF, Ar (Muy finas)	-	-
2 (Kikuyo)				
3 (Ángleton y Climacuna)				
4 (Estrellas)				
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)				
6 (Guineas)				
7 (Brachiarias)				
8 (Humidícola)				

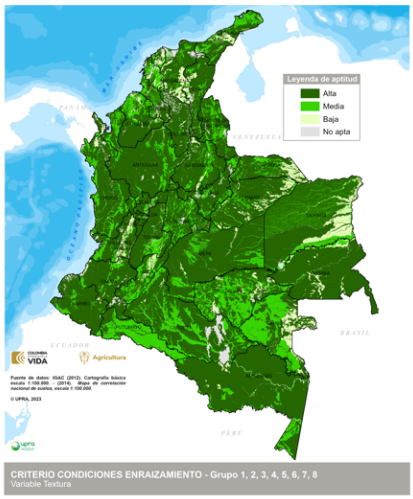
Grupo de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	Baja (N1)
1 (Calopo)	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (Finas)	A, AF	Ar	-
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

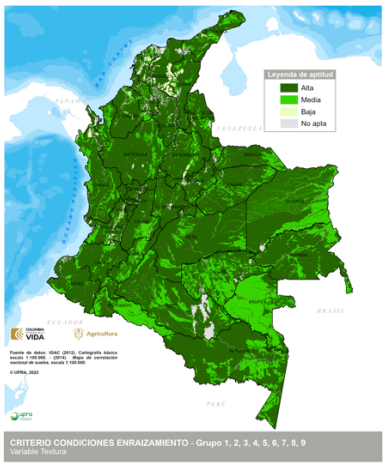
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Gramíneas



Grupos 1-8

Leguminosas



Grupos 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M. Germán, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CORPOICA. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.

- Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33, FAO, Roma, p. 193.

- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Malagón, D., Montenegro, H. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.7. Criterio capacidad de laboreo y pastoreo

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Pendiente, expresada en porcentaje (%). • Pedregosidad, expresada como fase cartográfica. • Textura, expresada en clases texturales.		

DEFINICIÓN

Condiciones del terreno para preparar un lecho, con los nutrientes adecuados y con condiciones que permitan el establecimiento del cultivo (pastos) para su posterior desarrollo, mantenimiento y cosecha. Las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizadas (FAO, 2013).

MPORTANCIA DEL CRITERIO PARA LA ESPECIE

Incide en la posibilidad de pastoreo y de realizar las diferentes labores en los potreros, tanto manuales como mecanizados; en tal sentido, hace parte del potencial de aumento de la producción por hectárea.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Las pendientes mayores de 75 %, se consideran no aptas, porque van en contra de la conservación de los suelos, a pesar de que los caprinos se consideran animales livianos, cuyo pisoteo no es muy nocivo.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que al interior de ésta existen áreas que tienen calificaciones y aptitudes diferentes al componente calificado.

La pedregosidad se encuentra como fase pedregosa, lo cual implica que tiene cubrimiento en el suelo mayor de 35 %; esta fase cartográfica se califica durante la etapa de campo del estudio de suelos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de capacidad de laboreo para cada una de las agrupaciones de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión, donde se integraron las variables. La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014) que corresponde a la pendiente (fases cartográficas de pendiente), pedregosidad (fase de pedregosidad) y la textura (clases texturales).

Árbol de decisión, gramíneas (grupos 1-8)

Pendiente	Pedregosidad	Textura	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A2
	A3	Cualquiera	A3
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
	A3	Cualquiera	A3
A3	A1	A1	A3
		A2	A3
	A3	Cualquiera	A3
N1	Cualquiera	Cualquiera	N1

Árbol de decisión, leguminosas (grupos 1-6)

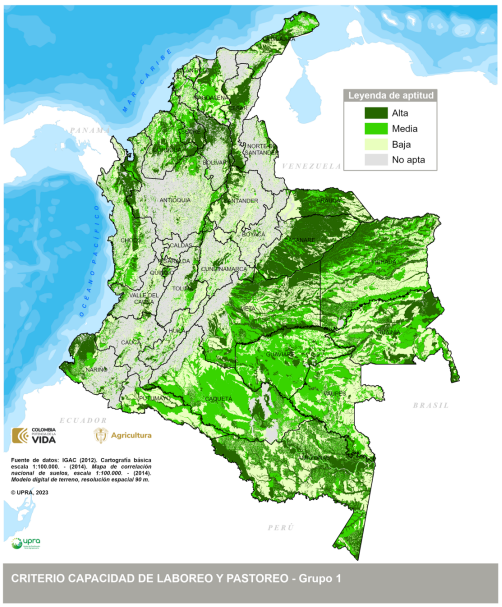
Pendiente	Pedregosidad	Textura	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A2
	A3	Cualquiera	A3
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
	A3	Cualquiera	A3
A3	A1	A1	A3
		A2	A3
	A3	Cualquiera	A3

Árbol de decisión, leguminosas (grupos 7-9)

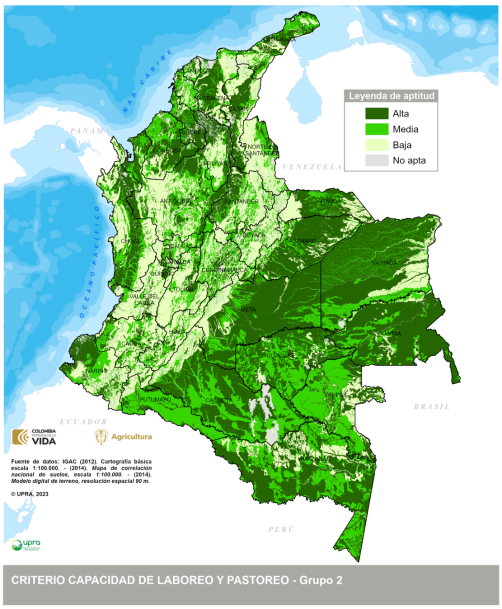
Pendiente	Pedregosidad	Textura	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A2
	A2	Cualquiera	A2
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
	A2	Cualquiera	A2
A3	A1	A1	A3
		A2	A3
	A2	Cualquiera	A3

El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:

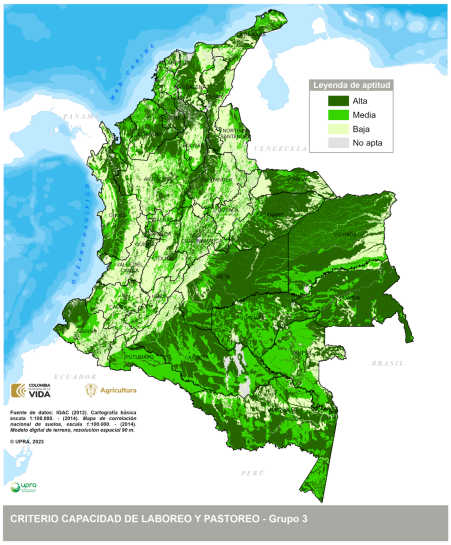
Gramíneas



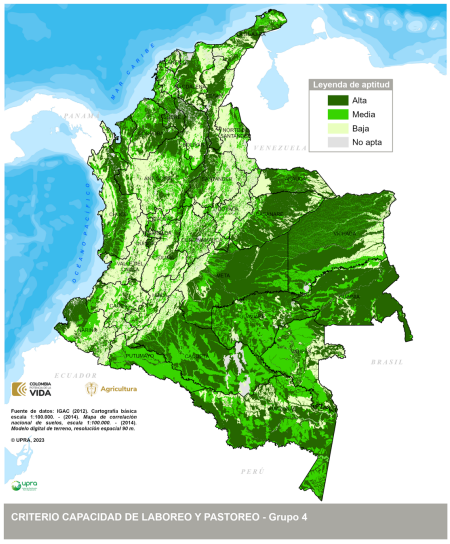
Grupo 1



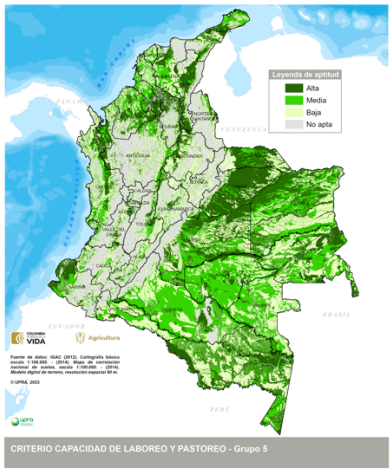
Grupo 2



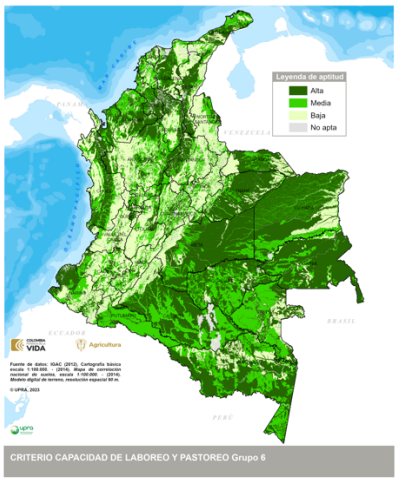
Grupo 3



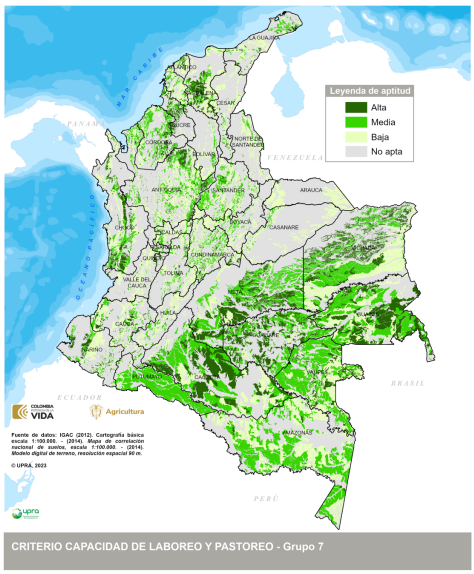
Grupo 4



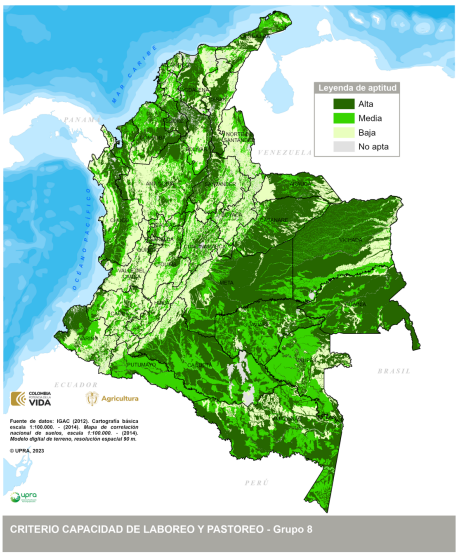
Grupo 5



Grupo 6

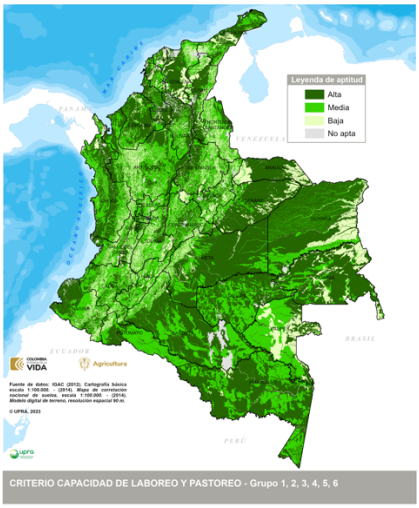


Grupo 7

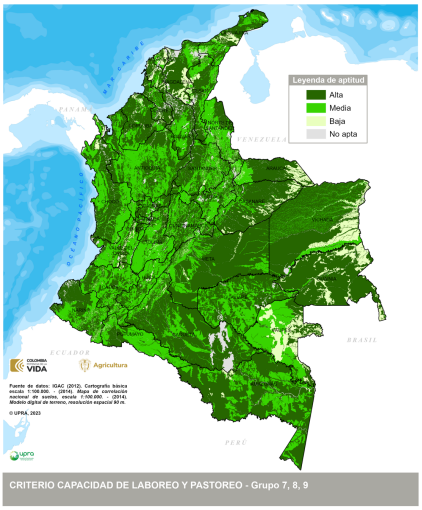


Grupo 8

Leguminosas



Grupos 1-6



Grupos 7-9

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación:

Integración del criterio

Agrupaciones de gramíneas	Pesos
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,06
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Agrupaciones de leguminosas	Pesos
1 (Calopo)	0,032
2 (Centrocema)	0,017
3 (Fríjol terciopelo)	0,159
4 (Soya perenne)	0,103
5 (Trébol rojo)	0,048
6 (Alfalfa)	0,224
7 (Leucaena)	0,072
8 (Guásimo)	0,322
9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La determinación de la clase de aptitud en el criterio de capacidad de laboreo se obtiene tomando las tres variables (pendiente, pedregosidad y textura), comparando los rangos de aptitud entre sí.

La calificación cualitativa del criterio tiene en cuenta la morfología y hábito de crecimiento de cada agrupación de pastos y leguminosas (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

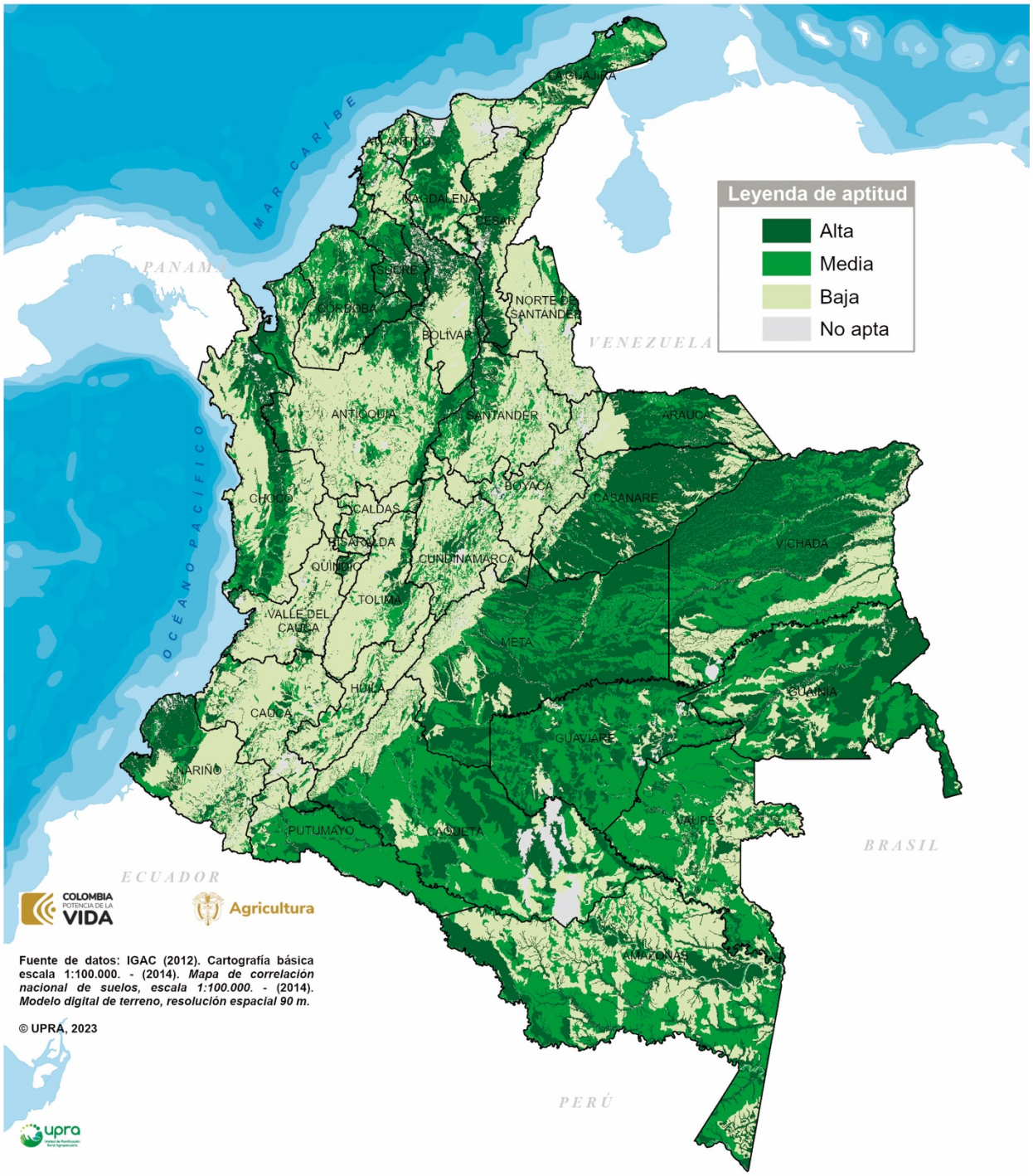
Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones óptimas de laboreo y pastoreo, para la producción caprina.	Alta (A1)
Se presentan limitaciones moderadas, para el pastoreo y la realización de labores, en el cultivo de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Media
Se presentan fuertes limitaciones, para la realización del pastoreo y las labores, en el cultivo de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Baja
Se presentan restricciones que imposibilitan el pastoreo y las labores en el cultivo de pastos y leguminosas, para la producción de caprina.	No apta

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

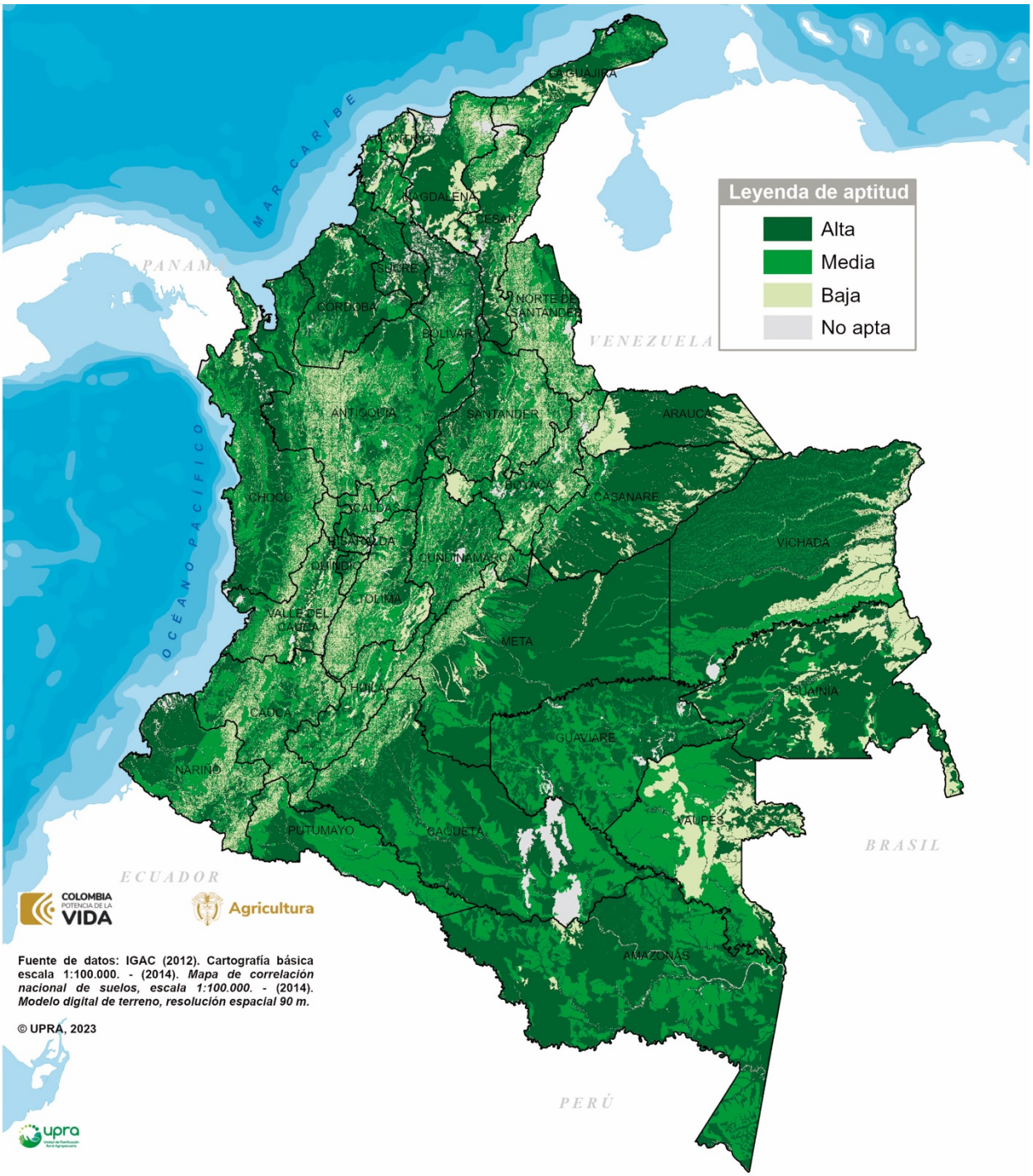
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO

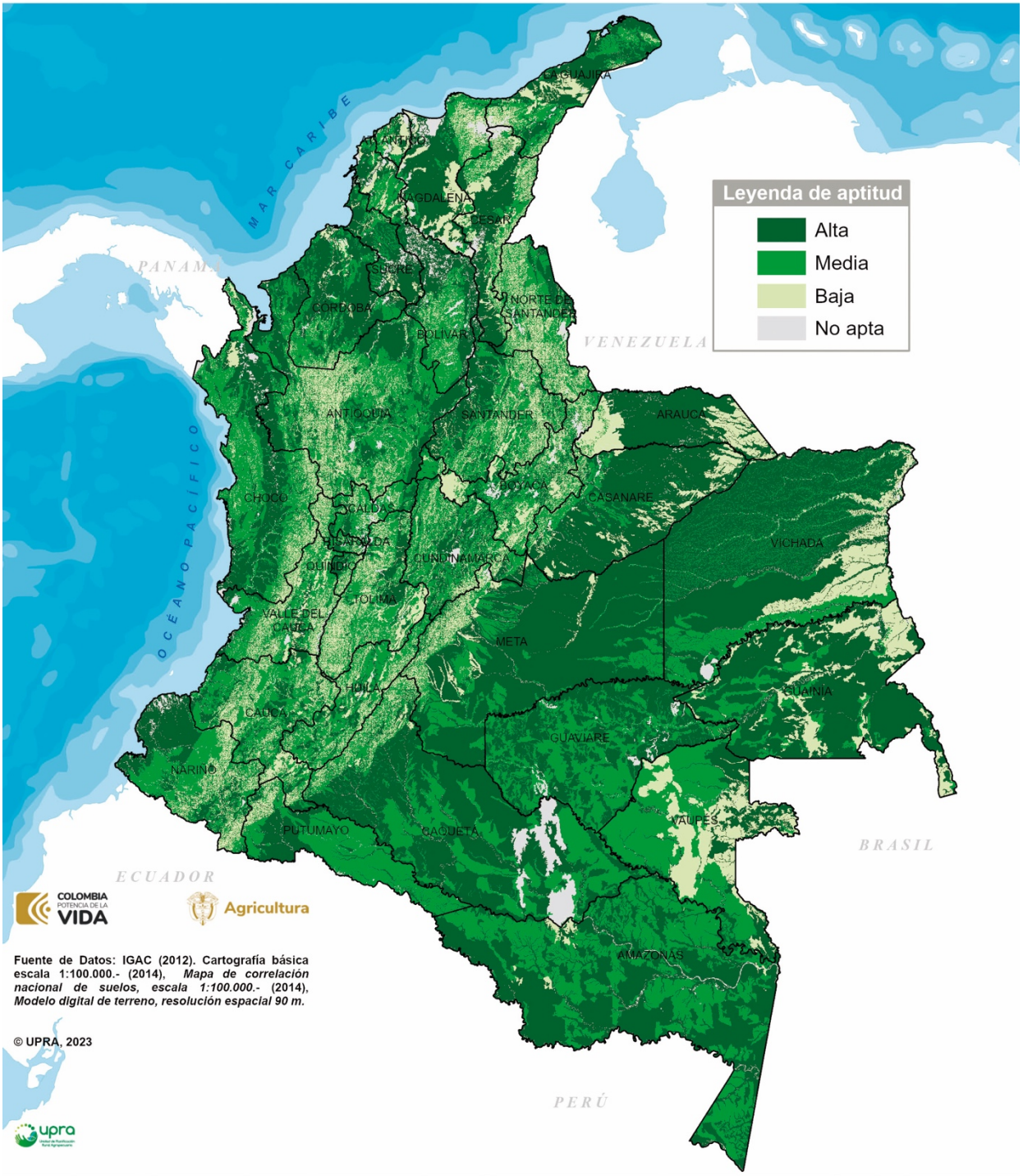
Leguminosas



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO

Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta del 90 %, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70 % con leguminosas y 30 % de gramíneas (Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Argüelles M. Germán, et al. (1977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (1988). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- FAO. (2013). Sustainable Agricultural Mechanization. Crop production. Recuperado el 13 de julio de 2021 de: http://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelinesoperations/es/.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Malagón D; Montenegro H. (1990). Propiedades físicas de los suelos, IGAC, Bogotá.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Soil Science Society of America. (30 de 08 de 2018). Soils sustain life. Obtenido de Soils sustain life: https://www.soils.org/publications/soils-glossary#
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.
- Van Wambeke, A., y Forbes, T. (1987). Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. Washington: Universidad de Cornell.

1.7.1. Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO		
VARIABLE: pendiente	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Afecta directamente la actividad del pastoreo de los caprinos y los procesos erosivos del suelo, como también en la posibilidad de realizar labores manuales o mecanizadas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se establecieron diferentes rangos de exclusión técnica, dependiendo de los requerimientos de cada una de las agrupaciones de las gramíneas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Presenta generalizaciones cartográficas en algunas regiones del país, especialmente en zonas de ladera.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso de generación de aptitud de la variable se basó en las fases cartográficas por pendiente del mapa de correlación de suelos 1:100.000 (IGAC, 2014), y la combinación con el modelo de elevación.

Fases cartográficas	Porcentaje (%)
Plana	0 – 3
Ligeramente ondulada	3 – 7
Moderadamente ondulada o ligeramente quebrada	7 – 12
Fuertemente ondulada o moderadamente quebrada	12 – 25
Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada	25 – 50
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50 – 75
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	> 75

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de pendiente se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Rangos de aptitud

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	≤ 7	>7 - ≤ 12	>12 - ≤25	> 25
2 (Kikuyo)	≤ 12	>12 - ≤ 25	>25 - ≤75	> 75
3 (Ángleton y Climacuna)	≤ 12	>12 - ≤ 25	>25 - ≤75	> 75
4 (Estrellas)	≤ 12	>12 - ≤ 25	>25 - ≤75	> 75
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	≤ 3	> 3 - ≤ 7	>7 - ≤50	> 50
6 (Guineas)	≤ 12	>12 - ≤ 25	>25 - ≤75	> 75
7 (Brachiarias)	≤ 7	>7 - ≤ 25	>25 - ≤75	> 75
8 (Humidícola)	≤ 12	>12 - ≤ 25	>25 - ≤75	> 75

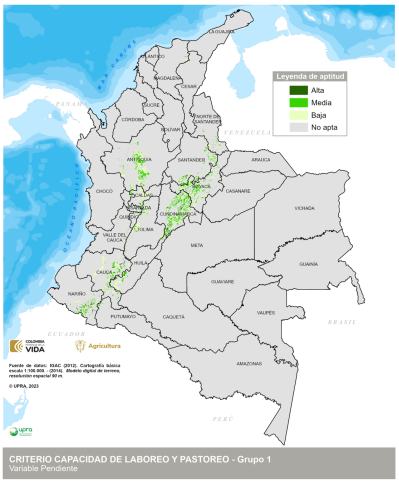
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	≤ 25	> 25 - ≤ 50	> 50	-
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)	≤ 50	> 50 - ≤ 75	>75	-
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

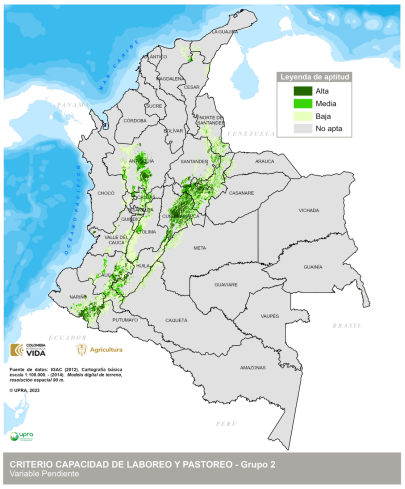
Fases cartográficas de pendiente

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

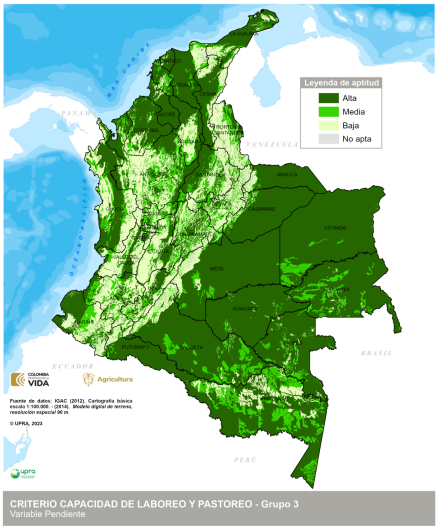
Gramíneas



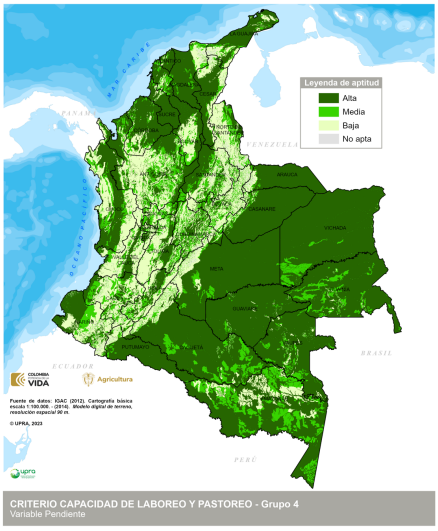
Grupo 1



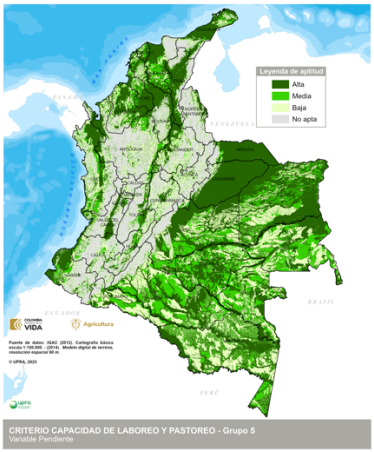
Grupo 2



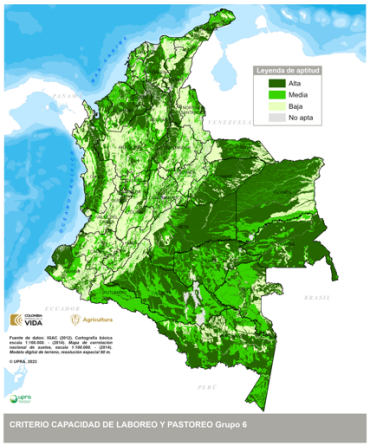
Grupo 3



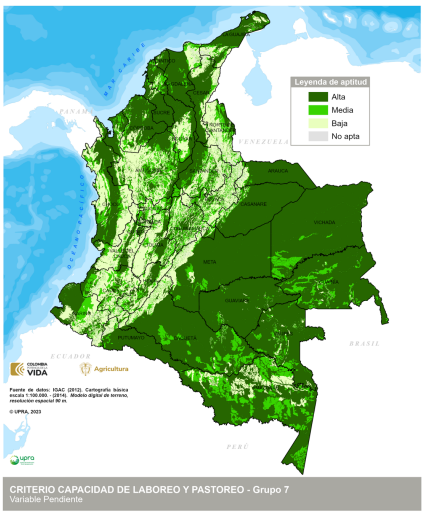
Grupo 4



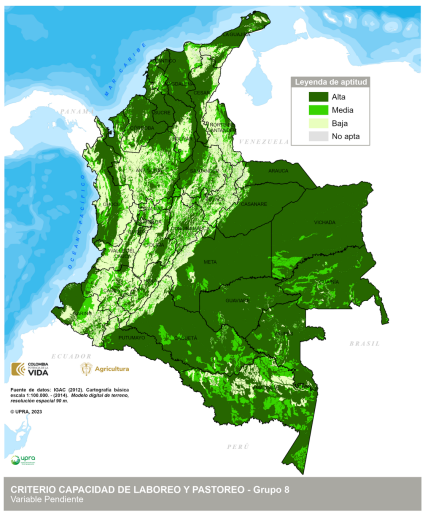
Grupo 5



Grupo 6

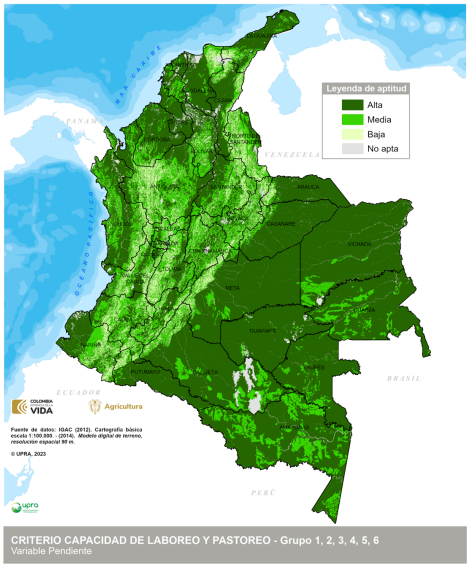


Grupo 7

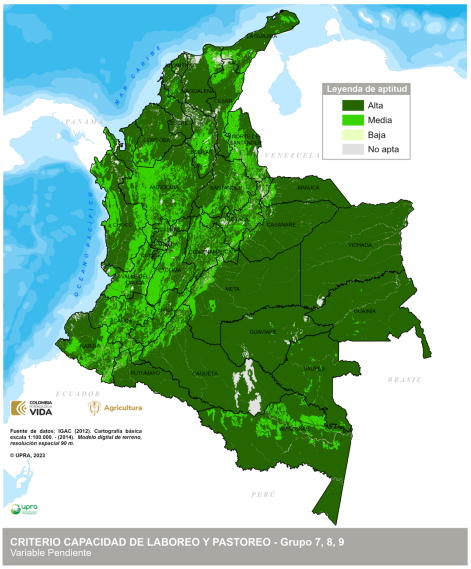


Grupo 8

Leguminosas



Grupos 1-6



Grupo 7-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M. Germán, et al. (1977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CORPOICA. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.

- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.

USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

- Soil Science Society of America (2018). Glossary of Soils Science Terms. Recuperado de: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>.

1.7.2. Variable pedregosidad

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: pedregosidad</td><td>UNIDAD DE MEDIDA: fase cartográfica</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Hace referencia a las cantidades de fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores en el suelo, (Wambeke y Forbes, 1987). Los fragmentos se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los fragmentos de roca sobre la superficie del suelo son muy importantes porque tienen influencia negativa deteriorando las herramientas, ya sea cuando se usan maquinaria o implementos manuales y también porque pueden disminuir el área de siembra de los pastos y leguminosas y, en general dificulta todas las prácticas culturales en los potreros.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se consideraron áreas no aptas (N1) para el establecimiento de pastos; cuando las especies son poco colonizadoras y permiten siembra manual, la fase pedregosa se considera marginal.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en la base del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), solamente aparece la fase pedregosa, no se encuentra discriminada por rangos de cubrimiento de pedregosidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir del mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que la variable de pedregosidad se tomó únicamente como aparecen en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa. Se asume que cuando es pedregosa, la cantidad de fragmentos de roca es mayor al 35 % (información tomada en la etapa de campo del estudio).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con diferentes consultas a gremios, productores y con la literatura relacionada, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos que no presentan fase pedregosa y aptitud moderada o baja (A3), a la presencia de la fase pedregosa (mayor de 35 % por volumen), porque impide el desempeño de la maquinaria y obstaculiza el desarrollo de las raíces. Sin embargo, la calificación depende de la fase de pedregosidad de las unidades cartográficas de suelos.

Rangos de aptitud, gramíneas (todos)

Pedregosidad (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)

Rangos de aptitud, leguminosas (grupos 1-6)

Pedregosidad (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)

Rangos de aptitud, leguminosas (grupos 7-9)

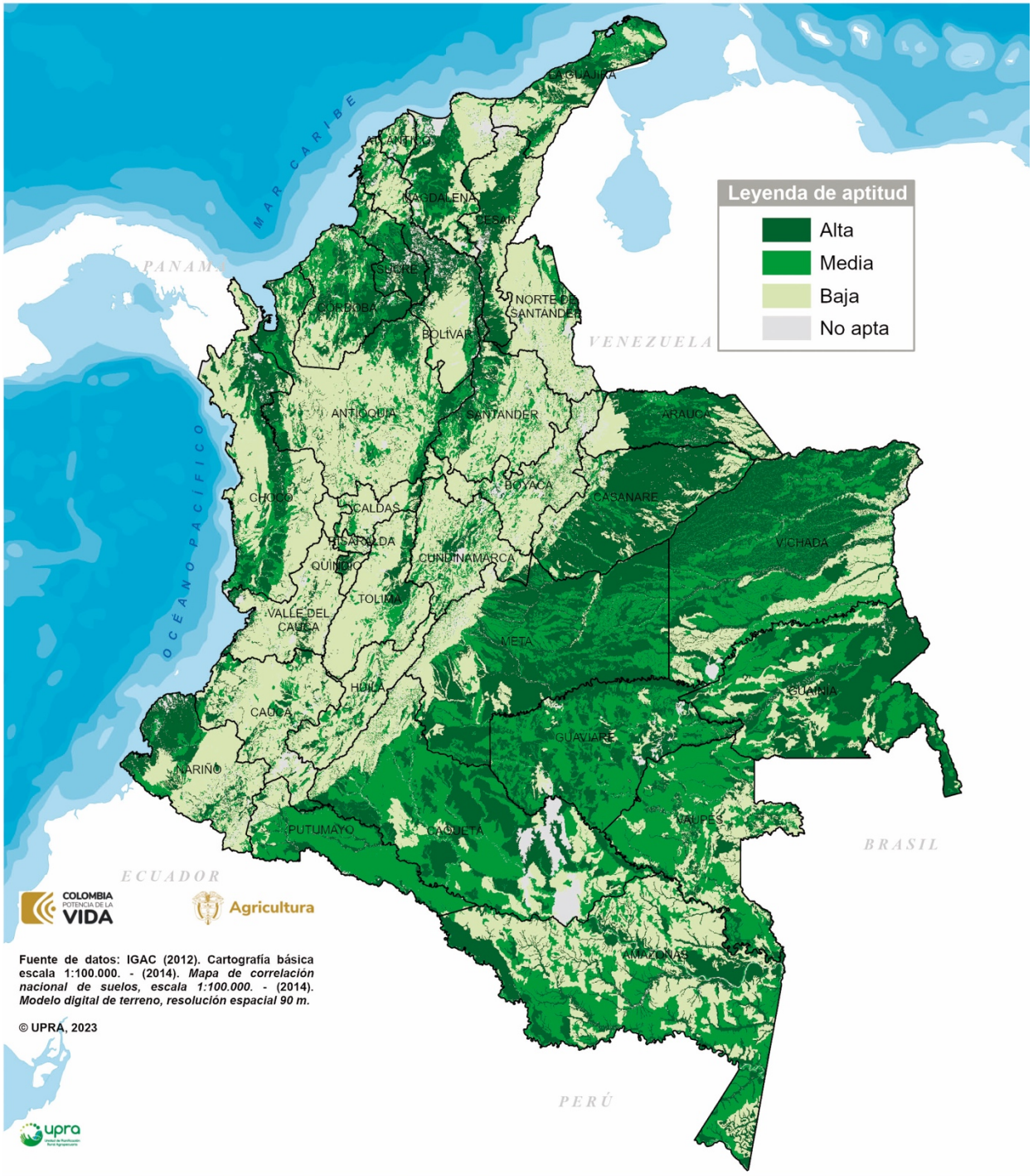
Pedregosidad (%)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A2)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: fase cartográfica de pedregosidad

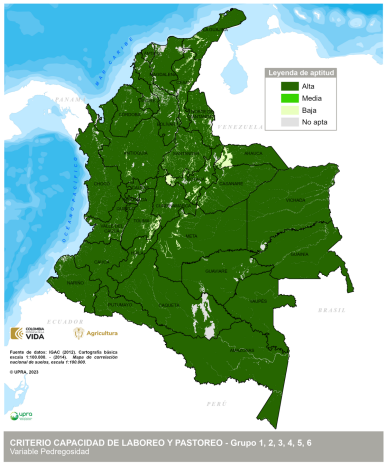
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Gramíneas

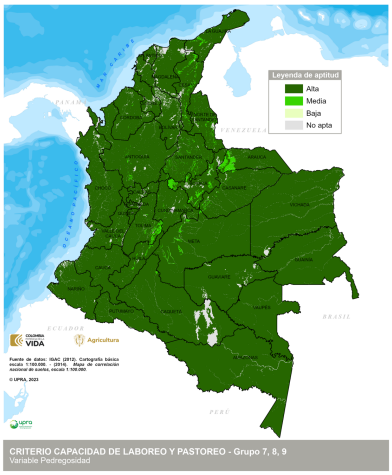


CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO

Leguminosas



Grupos 1-6



Grupo 7-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.IGAC. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Bogotá. 48p. Uso interno.
- SMSS. Wambeque, A y Forbes, T. (1987). Monografía técnica N.° 15. Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. Pág. 44-46.

1.7.3. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO		
VARIABLE: textura	**UNIDAD DE MEDIDA:** clases texturales	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "fracción fina" del suelo, es decir en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Se relaciona con la consistencia del suelo, la cual determina la resistencia a su ruptura y deformación en los diferentes estados de humedad, afectando los requerimientos de potencia, en las diferentes labores en los potreros.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Aunque la textura incide en los diferentes grados de dificultad para el movimiento del suelo y el uso de la maquinaria e implementos, no se excluye alguna clase de ellas por no representar una dificultad extrema para su labranza.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, lo cual dificulta su calificación; el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferentes, que no es posible reflejar en la calificación de la unidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra, fue el mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 realizado por el IGAC (2014).

Esta variable se analiza con base en el comportamiento de la textura cuando se remueve el suelo, especialmente en lo relacionado con la pegajosidad, facilidades de construcción de drenajes y la susceptibilidad a la compactación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de rangos de textura se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según sus requerimientos, concluyendo en un rango transversal (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch Z; Fisher J, 1997; Arce et al, 2013; Bernal, Javier, 1994; Argüelles M. Germán, et al, 1.977; Crowder Loy V, 1.960; USDA, CIAT, CRS, 2015).

Rangos de aptitud

Grupos de gramíneas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Raigrases)	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (Finas)	A, AF, Ar (Muy finas)	-	-
2 (Kikuyo)				
3 (Ángleton y Climacuna)				
4 (Estrellas)				
5 (Admirable, Alemán y Braquipará)				
6 (Guineas)				
7 (Brachiarias)				
8 (Humidícola)				

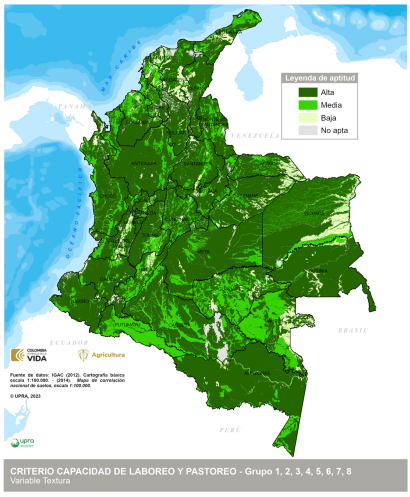
Grupos de leguminosas	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (Calopo)	F, FL, FA, FArA, FArL, FAr, ArA, ArL, L, AF, Ar	A, Ar (Vertisoles)	-	-
2 (Centrocema)				
3 (Fríjol terciopelo)				
4 (Soya perenne)				
5 (Trébol rojo)				
6 (Alfalfa)				
7 (Leucaena)				
8 (Guásimo)				
9 (Sauco)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

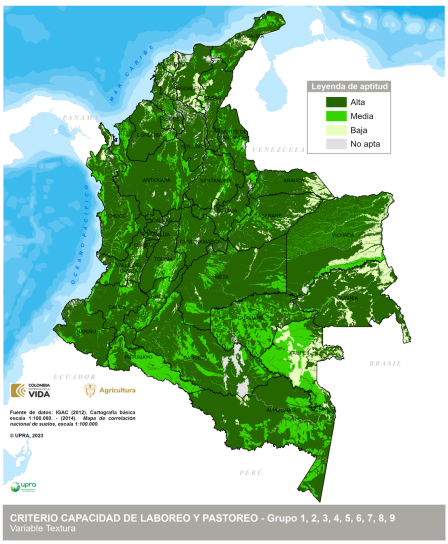
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

Gramíneas



Grupos 1-8

Leguminosas



Grupos 1-9

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arce, B., Peña, A., y Cárdenas, E. (2013). Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF) en función de la oferta ambiental en Colombia. Corpoica Ciencia. Tecnología. Agropecuaria, 215-229.
- Argel, P. (2005). Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas doble propósito. XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.
- Argüelles M. Germán, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.

- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.
- CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.
- CORPOICA. (2017). Alimentro. Obtenido de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.

- Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33, FAO, Roma, p. 193.
- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali, Colombia: CIAT.
- Malagón, D.; Montenegro, H. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC, p. 101 y 157.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.

1.8. Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: FÍSICO. **SUBCOMPONENTE:** EDÁFICO		
CRITERIO: SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELO		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Las variables asociadas al criterio no se califican en forma independiente para dar rangos de aptitud por separado, sino que se generan aptitudes por combinación entre ellas. • **Fase por grados de erosión**: desgaste actual de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de los materiales de roca a través de la acción del agua en movimiento, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961). • **Degradación de suelos por erosión:** pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015). • **Pendiente**: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018). • **Amenaza por movimientos en masa**: peligro latente de movimientos en masa de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de la probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016).		

DEFINICIÓN

Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado originando una disminución de la productividad (FAO, 1976, 1991).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los procesos erosivos y los movimientos en masa, indica limitación en el uso y manejo de las tierras, incrementando los costos de manejo de acuerdo con el grado de deterioro; su uso en pastoreo involucra pisoteo de los caprinos y conllevaría a una mayor degradación y disminución de la productividad (FAO, 1976, 1991).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Se considera que la erosión actual tiene límites que se califican como no aptos (N1), en los grados severo y muy severo, ya que prácticamente no existe capa productiva y deben estar destinadas a restauración ecológica.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de esta existen áreas que tienen calificaciones distintas al componente mayor y, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de susceptibilidad a la pérdida de suelos se estableció a través de un árbol de decisión transversal para la producción de gramíneas y dos árboles para leguminosas, uno para los grupos 1 a 7 y otro menos exigente para los grupos 8 y 9; posteriormente se unieron en uno sólo para la producción de caprinos en pastoreo, mediante la combinación de las fases de erosión del mapa de correlación de suelos del IGAC, el mapa de degradación de suelos por erosión del Ideam, el modelo digital de pendiente en porcentaje (25 %) a partir del SRTM de 30 metros y el mapa de amenazas por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano.

Árbol de decisión para gramíneas

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
Sin evidencia	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A1
		>25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
	Moderada	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
	Severa	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy al a	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Ligera	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Moderada	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alt	A3
			Muy alta	N
	Severa	≤25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
		>25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
	Muy severa	≤25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
		>25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N

Árbol de decisión para leguminosas, grupos 1 a 7

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
Sin evidencia	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A1
		>25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
	Moderada	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Severa	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy al a	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Ligera	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Moderada	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A3

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alt	A3
			Muy alta	N
	Severa	≤25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
		>25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
	Muy severa	≤25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
		>25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N

Árbol de decisión para leguminosas, grupos 8 y 9

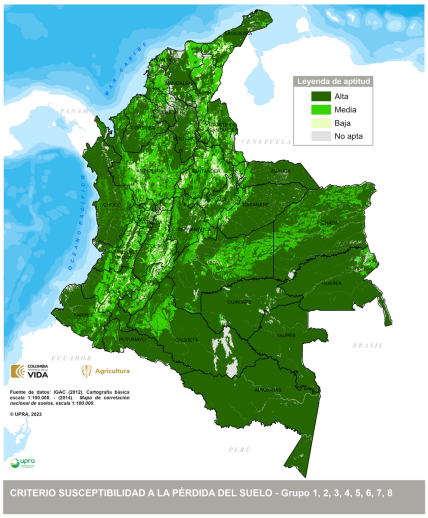
Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
Sin evidencia	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A1
		>25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
	Moderada	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Severa	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Ligera	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3

Fases por erosión, correlación de suelos IGAC	Degradación de suelos por erosión Ideam	Pendiente MDT	Amenaza por movimientos en masa SGC	Aptitud
			Muy alta	N1
Moderada	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alt	A3
			Muy alta	N
	Severa	≤25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
		>25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
	Muy severa	≤25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
		>25	Baja, media	N
			Alta	N
			Muy alta	N
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N

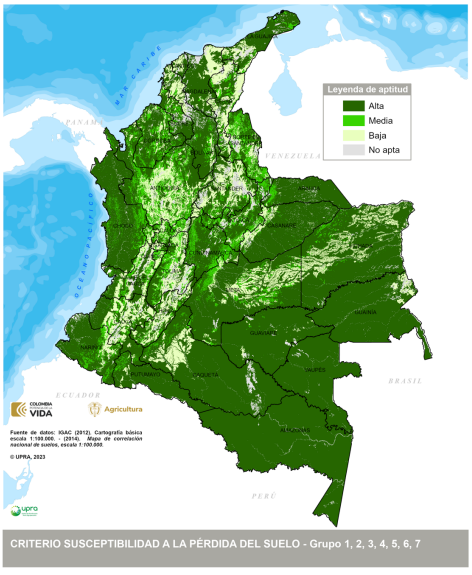
El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:

Gramíneas

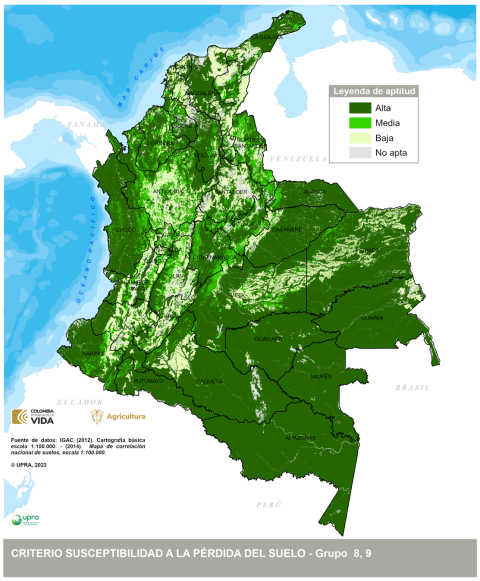


Grupos 1-8

Leguminosas



Grupos 1-7



Grupo 8,9

Posteriormente cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno solo, a través de un análisis jerárquico (*AHP*), como se muestra a continuación:

Integración del criterio

Agrupaciones de gramíneas	Pesos
Grupo 1 (Raigrases)	0,132
Grupo 2 (Kikuyo)	0,088
Grupo 3 (Ángleton y Climacuna)	0,254
Grupo 4 (Estrellas)	0,168
Grupo 5 (Admirable, Alemán y Braquipará)	0,151
Grupo 6 (Guineas)	0,108
Grupo 7 (Brachiarias)	0,06
Grupo 8 (Humidícola)	0,037
Total	1,00

Agrupaciones de leguminosas	Pesos
1 (Calopo)	0,032
2 (Centrocema)	0,017
3 (Fríjol terciopelo)	0,159
4 (Soya perenne)	0,103
5 (Trébol rojo)	0,048
6 (Alfalfa)	0,224
7 (Leucaena)	0,072
8 (Guásimo)	0,322
9 (Sauco)	0,023
Total	1,00

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar los niveles de aptitud radica en el efecto que cada uno de los rangos tiene en el favorecimiento a la pérdida de suelo, ya que reduce las posibilidades de mantener un área productiva. A continuación, se presenta los criterios cualitativos de calificación:

Gramíneas y leguminosas

Criterio de calificación	Aptitud
Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Alta (A1)
Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	Media (A2)

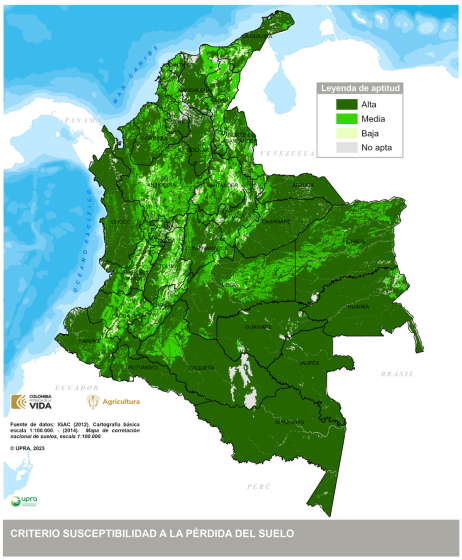
Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo, para el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina	Baja (A3)
Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo, que imposibilitan el establecimiento de pastos y leguminosas para la producción caprina.	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Fases por erosión, susceptibilidad a movimientos en masa, degradación por erosión.

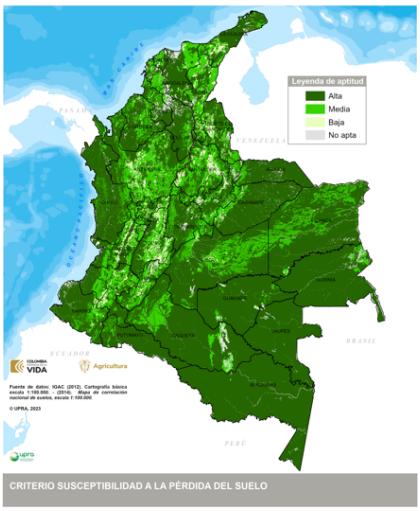
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

Gramíneas



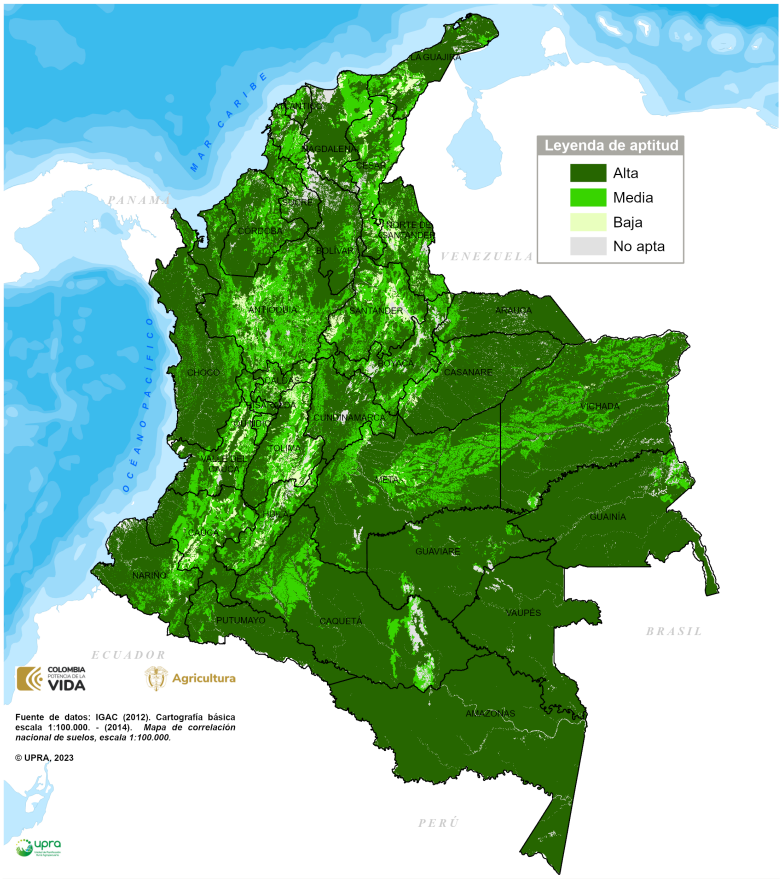
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO

Leguminosas



Se estima que los caprinos pueden suplir su alimento mediante ramoneo hasta del 90%, el resto es pastoreo. En este caso se toma un promedio de 70% con leguminosas y 30% de gramíneas (Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G, 2018), para obtener el mapa integrado del criterio para para producción de caprinos.

Integrado gramíneas-leguminosas



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Bernal, Javier. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.
- Argüelles M. Germán, et al. (1. 977). Principales pastos de corte en Colombia, su manejo y capacidad de sostenimiento. Instituto Colombiano Agropecuario ICA-PRONATA. Boletín técnico N.° 49.
- Crowder Loy V. (1.960). Gramíneas v leguminosas forrajeras en Colombia. Ministerio de agricultura. Programa de pastos y forrajes. Boletín técnico N.° 8.
- Deza C., Mahy A., Ganchegui M. y Romero G. (2018). Nutrición en caprinos. Manejo de la nutrición. Recuperado el 12, 12, 2021, de

http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/rumiantes/wp-content/uploads/sites/20/2018/03/CLASE-NUTRICI%C3%93N-2018.pdf.

- FAO. (1976). http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. (FAO, Editor, & FAO, Producer) Recuperado en mayo 18, 2016, from http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
- FAO. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.
- ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio N.° 11. Bogotá D.C.
- Ideam. (2015). Degradación de suelos por erosión. Bogotá
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). Amenaza de movimientos en masa. Bogotá: SGC.
- Soil Science Society of America. Glossary of Soils Science Terms. (2018). Soils sustain life. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#.
- Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soils Taxonomy. Washington: USDA.
- UPRA, (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá DC.
- USDA. (1961) Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.
- USDA, CIAT, CRS. (2015). Pastos y forrajes. Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente, PROGRESA. Nicaragua.
- Van Wambeke, A., y Forbes, T. (1987). Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. Washington: Universidad de Cornell.

2. Fichas metodológicas del componente ecosistémico

2.1. Criterio sanidad animal

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: SANIDAD ANIMAL		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Susceptibilidad a enfermedades podales, expresada como adimensional. • Susceptibilidad a parásitos gastrointestinales, expresada como adimensional. • Susceptibilidad a Brucelosis, expresada como adimensional. • Susceptibilidad a rabia de origen silvestre, expresada como adimensional.		

DEFINICIÓN

Es un "pilar fundamental para asegurar la competitividad del sector pecuario" (SAG, 2014). Es un factor clave para el establecimiento de cualquier sistema productivo, ya que se debe mantener durante todas sus etapas, puesto que cualquier afectación por algún agente patógeno impiden que un animal exprese todo su potencial genético (Martínez y Suárez, 2019) lo que se traduce en pérdidas económicas para el productor. Tiene como objeto preservar la salud y vida de los animales, y ser una herramienta en la toma de medidas preventivas con respecto a las enfermedades presentes o introducidas al país que puedan poner en riesgo la vida animal o humana.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Cualquier intervención de agentes patógenos podría evitar el desarrollo normal de los caprinos, disminuyendo sus rendimientos productivos y reproductivos, generando altas pérdidas económicas por mortalidades o cierres de comercio nacional y de exportación, lo que juega un papel decisivo en el balance económico de las explotaciones.

Este criterio representa la tercera libertad del bienestar animal (libre de enfermedades, según la OIE) y contribuye al cumplimiento de la ley 84 de 1989, en la que se adoptó en Estatuto Nacional de Protección de los Animales, en donde en su artículo 1 se establece "los animales tendrán en

todo el territorio nacional especial protección contra el sufrimiento y el dolor, causados directa o indirectamente por el hombre".

"Si los animales no están sanos, nunca se conseguirá el éxito económico en una explotación caprina" (López Curado y Marques López)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

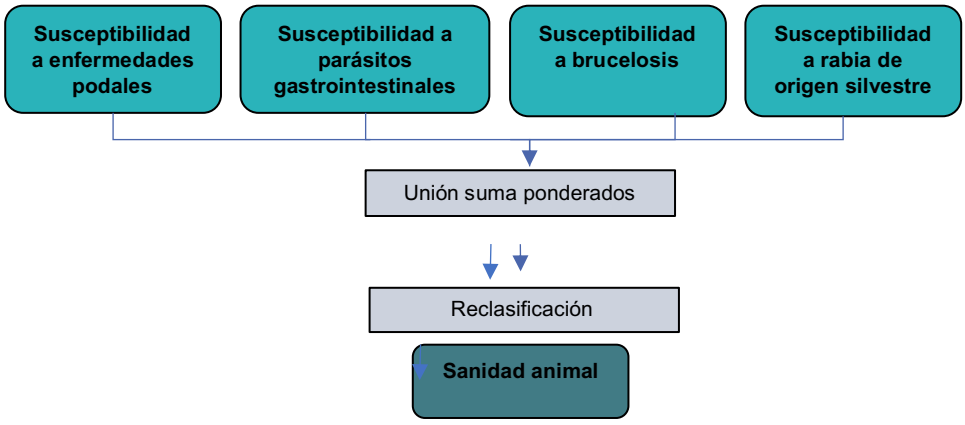
Existen diferentes factores que afectan la sanidad animal que por falta de información a nivel nacional no pudieron ser espacializados.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables ninguna presenta límites que se califiquen como no aptos (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento de las cuatro variables como se describe a continuación:



a. **Susceptibilidad enfermedades podales:** en la salida cartográfica se obtiene una clasificación de todo el territorio según la presentación de los factores que favorecen la enfermedad que pueden afectar una producción caprina, así:

b. **Susceptibilidad enfermedades podales:** en la salida cartográfica se obtiene una clasificación de todo el territorio según la presentación de los factores que favorecen la enfermedad que pueden afectar una producción caprina, así:

Calificación de la variable susceptibilidad enfermedades podales

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

c. **Susceptibilidad parásitos gastrointestinales:** se da una clasificación de todo el territorio según la presentación de los factores que favorecen la enfermedad que pueden afectar una producción caprina, así:

Calificación de la variable susceptibilidad a parásitos gastrointestinales

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

c. **Susceptibilidad a Brucelosis:** se da una clasificación de todo el territorio según la presentación de los factores que favorecen la enfermedad que pueden afectar una producción caprina, así:

Calificación de la variable susceptibilidad a brucelosis

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

d. **Susceptibilidad a rabia de origen silvestre:** se da una clasificación de todo el territorio según la presentación de los factores que favorecen la presencia del vector y la facilidad en la transmisión de la enfermedad que pueden afectar una producción caprina, así:

Calificación de la variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

Se hizo una integración de las variables por suma ponderada, se les dieron dichos pesos, dando una mayor importancia a las enfermedades más comunes y que generan más pérdidas económicas en las explotaciones caprinas. así:

Variable	Valor (%)
Susceptibilidad enfermedades podales	35
Susceptibilidad parásitos gastrointestinales	35
Susceptibilidad a Brucelosis	20
Susceptibilidad a rabia de origen silvestre	10

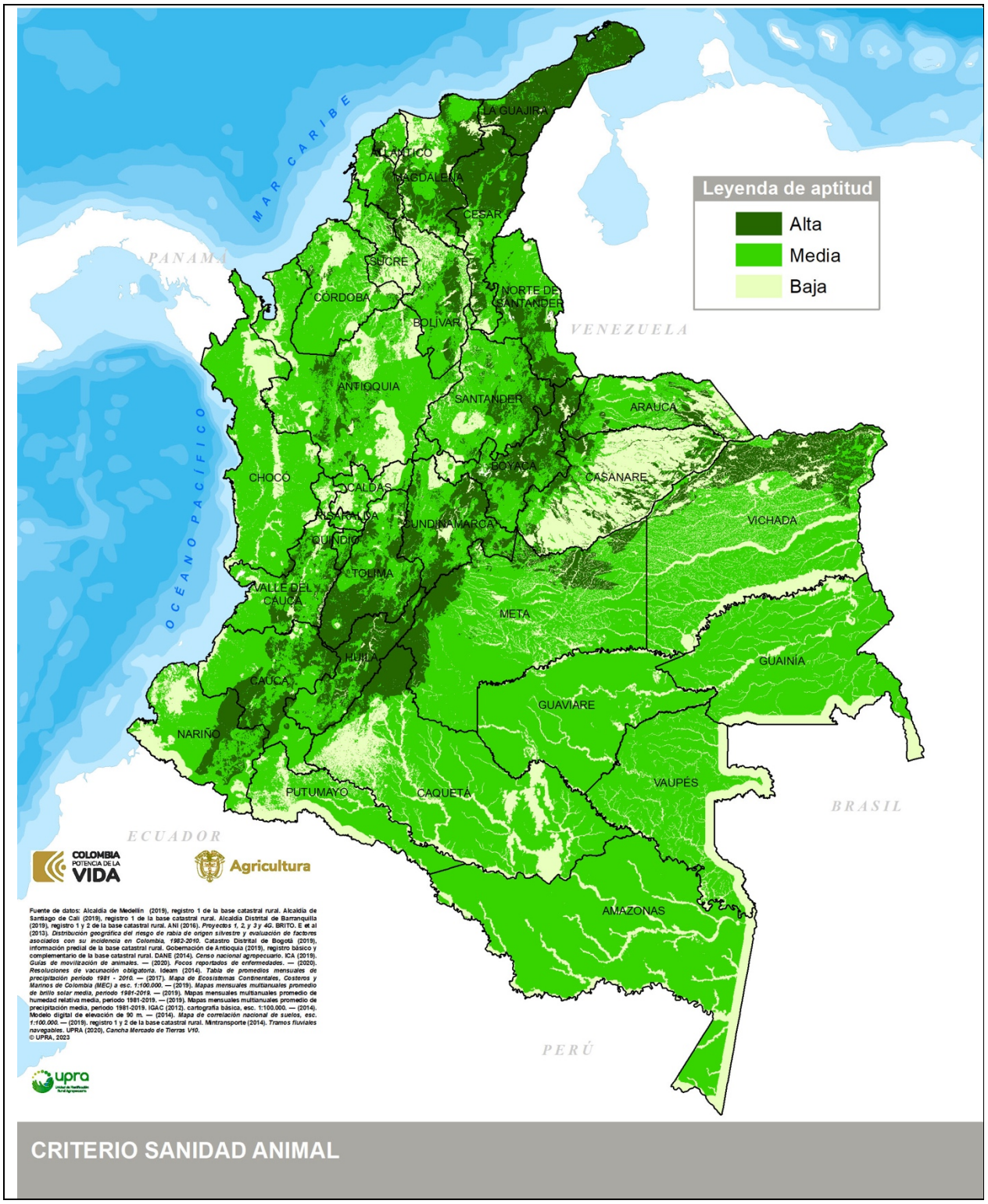
Por último, se reclasifica por intervalos iguales para obtener la salida grafica final.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud del criterio, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se debe a reclasificación, así:

Criterio de calificación	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- López Curado y Marques López. (s.f.). La cabra lechera: sanidad, selección y reproducción, Hojas divulgadoras, Núm. 20/80 HD. Sección Técnica Especial de Apoyo de la Delegación Provincial del Ministerio de Agricultura en Murcia. Ministerio de agricultura.

2.1.1. Variable susceptibilidad a enfermedades podales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: SANIDAD ANIMAL		
VARIABLE: susceptibilidad enfermedades podales	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Las enfermedades podales son afecciones infectocontagiosas que sólo se presentan cuando las condiciones ambientales son favorables. Es necesario que haya alta temperatura combinada con alta humedad del suelo, durante varios días seguidos, donde se encuentran los animales para que la pezuña pueda ser afectada por los agentes causales (sólo se presenta en regiones húmedas, o de ocurrencia ocasional en el resto del país, durante los períodos de intensas lluvias), se caracteriza por afectar algunas patas o todas con la clásica renguera provocada por una úlcera profunda interdigital, inflamación del rodete, dolor, secreción purulenta y desprendimiento de las pezuñas afectadas (Caparrós et al., 2005; De leon,2007; Cappello, 2014; Martínez y Suárez, 2019).

Los problemas podales son la enfermedad infecciosa de los caprinos que causa mayores perjuicios económicos, ya que afectan directamente el bienestar del animal e indirectamente producen consecuencias económicas debido a que su carácter infectocontagioso hace que se propague rápidamente, las cabras dejan de comer, pierden peso (enflaquecen), disminuyen su desarrollo, provoca infertilidad temporal de los carneros y una menor producción láctea, menor producción de lana, desvalorización del animal y una prematura eliminación del rebaño (Tadich, N., y Hernández, M., 2000, Cappello, 2014; Martínez y Suárez, 2019)

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Evalúa los principales factores predisponentes que favorecen el desarrollo de las bacterias que producen las enfermedades podales (*footrot*) en las diferentes áreas del país tales como humedad, lluvias, potreros con saturación de agua, entre otros (Figueroa, et al. 2013; Calderón, C y Guarda, P. 2012). Brindando la información necesaria para tomar medidas preventivas de

bioseguridad para el establecimiento de producciones caprinas y así evitar pérdidas económicas puesto que las enfermedades podales “se describen como causas importantes de eliminación de cabras en los rebaños (Watson y Buswell, 1984)” citado por Tadich, N., y Hernández, M. (2000).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

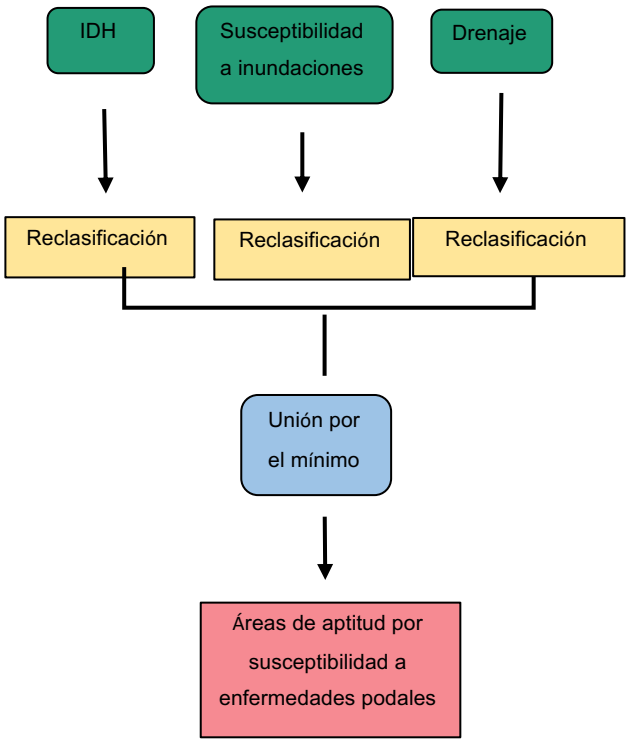
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En el análisis de esta variable, no hay limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la susceptibilidad enfermedades podales para la producción de caprinos en pastoreo



Las subvariables con los respectivos rangos utilizados para generar el modelo se describen a continuación:

Subvariable	Rangos de aptitud		
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
IDH	<0,79	0,79 - 0,99	>0,99
Susceptibilidad a inundaciones	No hay	Cortas	Largas y muy largas
Drenaje	Bueno, excesivo, moderadamente excesivo	Moderado, imperfecto	Pobre y muy pobre

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación de aptitud; así:

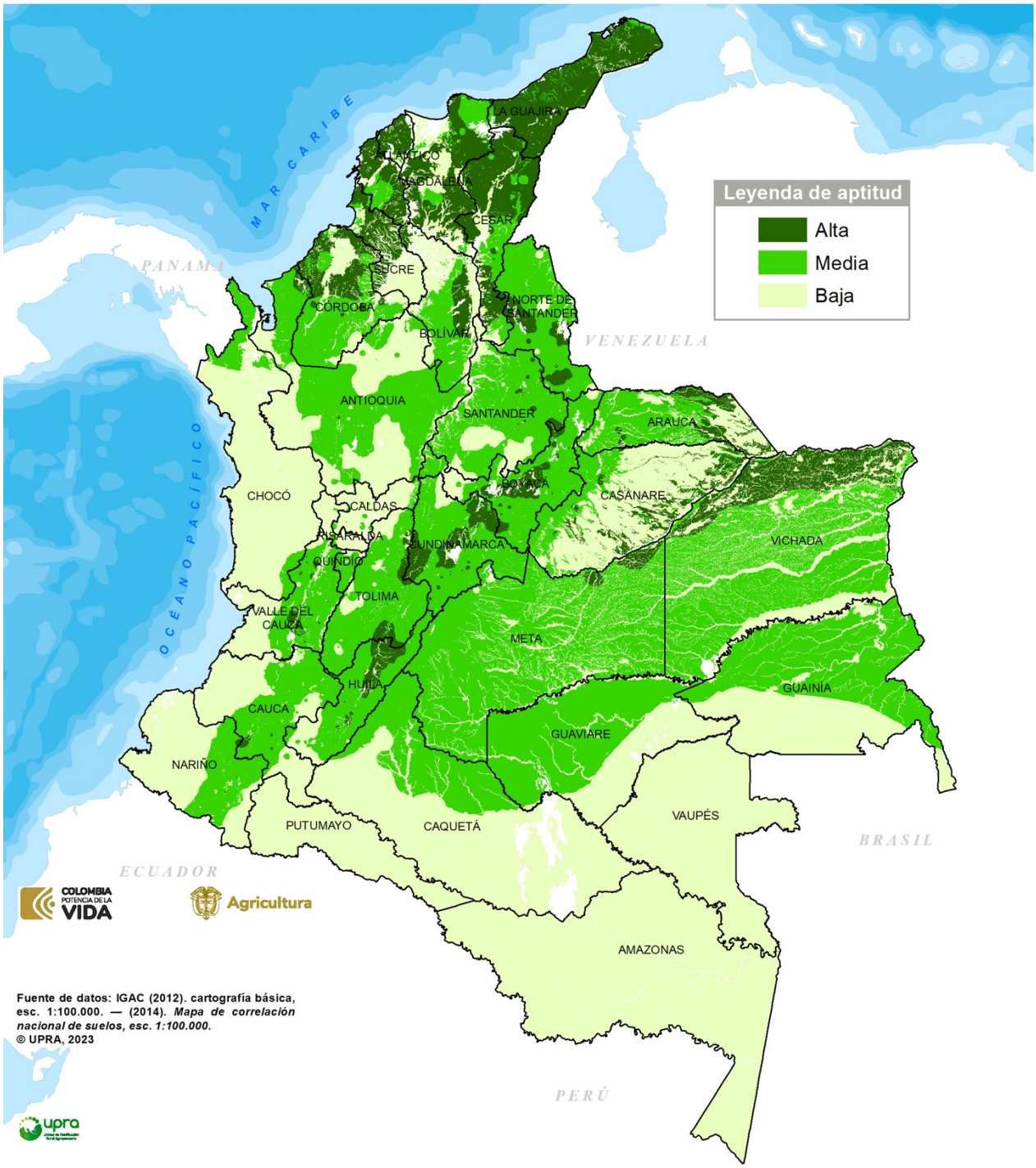
Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo por la variable susceptibilidad enfermedades podales

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Adimensional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad enfermedades podales

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Caparrós, J. A., Burghi, V. H., y Lapeña, A. J. (2005). Manejo sanitario del hato caprino. Proyecto Regional Caprino, Boletín N° 1. E.E.A INTA Manfredi. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_ intoxicaciones_metabolicos/ enfermedades_caprinos/02-manejo_sanitario.pdf.
- Cappello Villada, Juan Sebastián. (2014). Afecciones podales en caprinos. Taller de Práctica Profesionales, Facultad de Ciencias Veterinarias. U.N.N.E. Argentina.
- De León Regil Ponciano, Miguel Alejandro (2007). Determinación de enfermedades podales en cabras criollas en una granja semitecnificada. Licenciatura thesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.
- Suarez, Víctor Humberto; Rosetto, C. B.; Gaido, A. B.; Salatin, A. O.; Bertoni, E. A.; et al.(2015); Prácticas de manejo y presencia de enfermedades en majadas caprinas de la región del chaco salteño; Speroni, N. A.; Veterinaria Argentina; 32; 332; 12-2015; 1-24

2.1.2. Variable susceptibilidad a parásitos gastrointestinales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: SANIDAD ANIMAL		
VARIABLE: susceptibilidad parásitos gastrointestinales	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La parasitosis gastrointestinal especialmente por nematodos es una de las enfermedades importantes pues causa baja productividad y merma económica de los rumiantes menores en los sistemas intensivos con pastoreo, del mundo en general y de Colombia en particular.

Los parásitos pueden alterar el bienestar animal y, por tanto, los niveles productivos de las fincas, independientemente del sistema productivo, aunque con una aparente relación con el sistema de manejo bajo pastoreo puesto que los nematodos que causan esta parasitosis presentan una fase parasitaria de su ciclo ubicado en el cuajo o intestino donde los adultos se desarrollan y ponen huevos que son eliminados por las excretas. Ya en el medioambiente, se cumple la fase de vida libre donde de acuerdo con las condiciones de temperatura y humedad a partir de los huevos se desarrollan las larvas infestantes (Herrera et al., 2013; Martínez y Suárez, 2019).

Estas infestaciones tienen efectos directos sobre la ganancia de peso, el desarrollo corporal, el comportamiento reproductivo y la producción de leche, así como efectos indirectos tales como la subutilización del recurso forrajero y la predisposición a enfermedades (Soca et al., 2005); además de los costos implicados en los tratamientos del animal que generan mayores gastos en la producción, reduciendo la rentabilidad (Márquez, 2003," citado por Zapata et al., 2016).

Se evalúa la probabilidad de ocurrencia en las áreas que brindan al parasito (nematodos), todas las condiciones medio ambientales que favorecen su aparición y facilitan el desarrollo de su ciclo biológico completo y posible infestación de los caprinos en pastoreo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Brinda información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones caprinas y así evitar pérdidas económicas puesto que “los caprinos son muy susceptibles a los parásitos internos, particularmente a los nematodos gastrointestinales” (Benavides, 2009).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

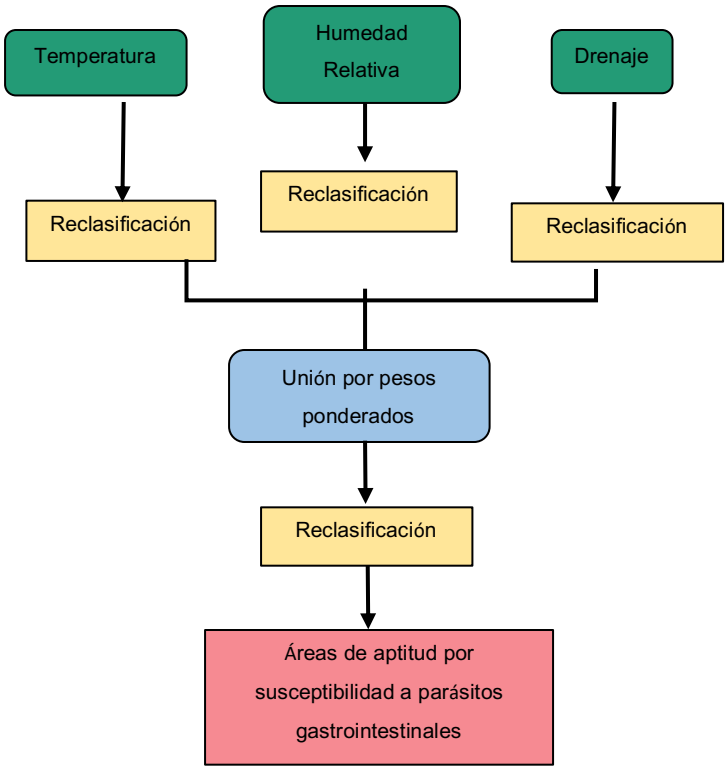
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En el análisis de esta variable, no hay limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la susceptibilidad a parásitos gastrointestinales para la producción de caprinos en pastoreo



Las subvariables con los respectivos rangos utilizados para generar el modelo se describen a continuación:

Subvariable	Rangos de aptitud		
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Temperatura	< 10 - > 28	10 - 20	20 -28
Humedad relativa	< 80	80-85	> 85
Drenaje	Bueno, excesivo, Moderadamente excesivo y muy pobre	Moderado, imperfecto	Pobre

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación de aptitud; así:

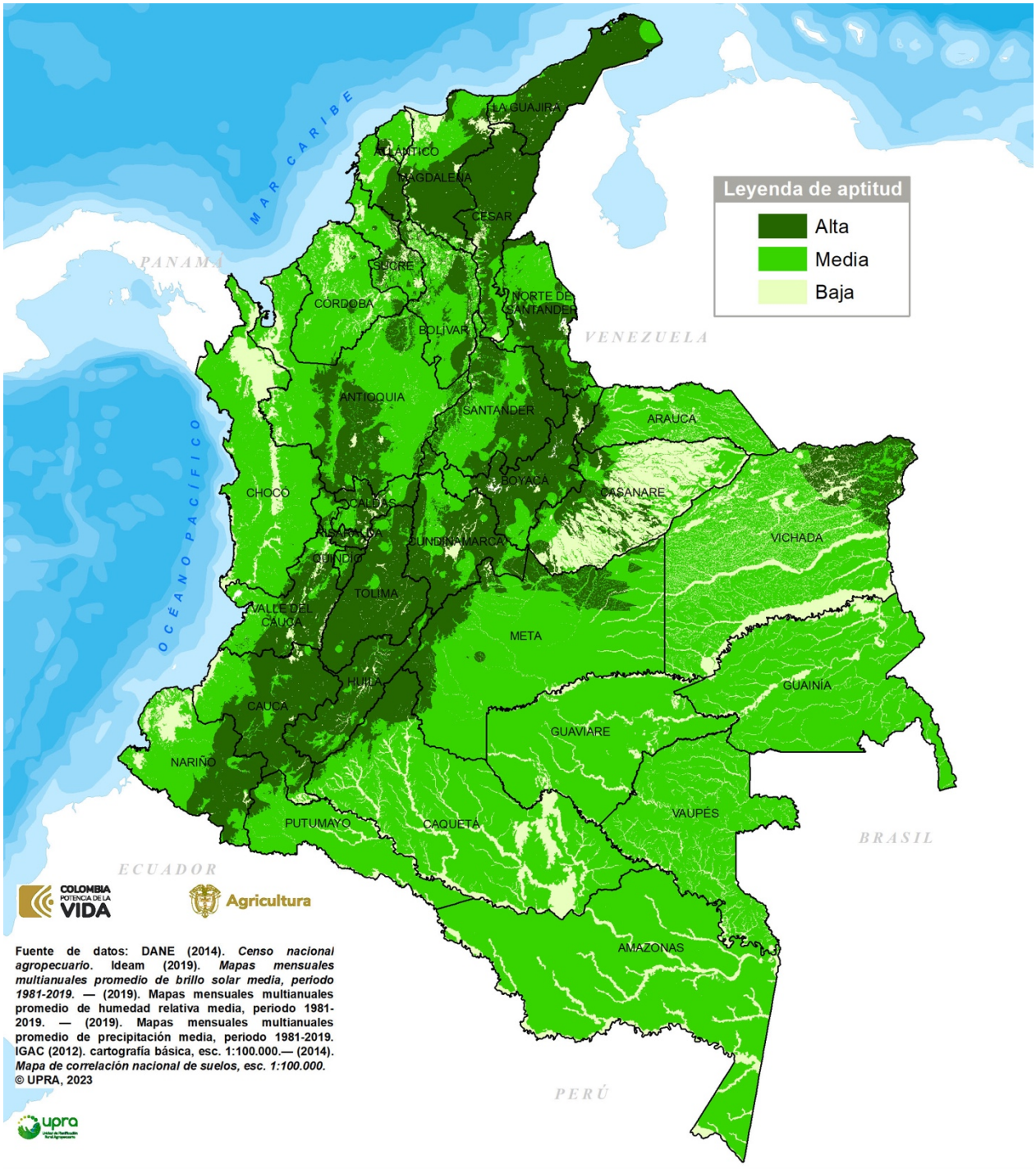
Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo por la variable susceptibilidad a parásitos gastrointestinales

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Adimensional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad parásitos gastrointestinales

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Herrera O, L., Ríos O, L., y Zapata S, R. (2013). Frecuencia de la infección por nemátodos gastrointestinales en ovinos y caprinos de cinco municipios de Antioquia. Revista MVZ Córdoba, 18(3), 3851-3860. https://doi.org/10.21897/rmvz.157
- Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de precipitación media, periodo 1981-2019. Bogotá. Ideam.
- Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de brillo solar media, periodo 1981-2019. Bogotá. Ideam.
- Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. Bogotá. Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.
- LIÉBANO HERNÁNDEZ, E. (2011) Capitulo 16. Ecología de larvas de nematodos gastrointestinales de bovinos, ovinos y caprinos. Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Quiroz, H; Figueroa, J.A; Ibarra, F; López, M.E. ISBN:978-607-00-4015-3
- Zapata Salas, Richard, Velásquez Vélez, Raúl, Herrera Ospina, Liseth Vanessa, Ríos Osorio, Leonardo, y Polanco Echeverry, Diana N. (2016). Prevalencia de Nematodos Gastrointestinales en Sistemas de Producción Ovina y Caprina bajo Confinamiento, Semiconfinamiento y Pastoreo en Municipios de Antioquia, Colombia. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(2), 344-354. https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11647

2.1.3. Variable susceptibilidad a Brucelosis

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: SANIDAD ANIMAL		
VARIABLE: susceptibilidad a la Brucelosis	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional	
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La Brucelosis caprina es una enfermedad infectocontagiosa de amplia distribución mundial, siendo endémica en todos los países europeos y africanos de la cuenca del Mediterráneo, países del Medio Oriente, Latinoamérica, centro y oeste de Asia, India y esporádicamente en países de África; es una enfermedad crónica producida por *Brucella melitensis*, afecta principalmente al caprino considerado su hospedador natural, pero al ser la especie de brucella más inespecífica del género, puede infectar una gran cantidad de otras especies animales y al ser humano produciendo una enfermedad muy grave llamada fiebre ondulante, por lo que constituye una de las zoonosis de mayor interés veterinario y de salud pública.

La brucelosis afecta fundamentalmente a caprinos sexualmente maduros; los principales signos de la infección en la hembra es el aborto en el último tercio de la gestación, retención de la placenta y el nacimiento de cabritos débiles, que generalmente mueren en el periparto y orquioepidimitis en el macho. La enfermedad en el hato produce pérdidas en la producción de carne y leche por los abortos, se agrava por la contaminación en el ambiente (fetos, membranas, flujo vaginal) y la reducción de la fecundidad que provoca. La comercialización exterior de los productos y subproductos de esta especie se ve restringida por la presencia de esta enfermedad (Alton, 1990; Crespo León, 1993, Caparrós, Burghi, y Lapeña, 2005, Russo et al, 2016, Martínez y Suárez, 2019).

Se evalúa a través de la distribución y concentración de focos georreferenciados con diagnostico ICA brucelosis en un periodo de 8 años para todos los rumiantes, el tránsito vehicular tomando las guías de movilización ICA origen – destino con transporte de caprinos y por último el buffer sobre la frontera terrestre.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La brucelosis hace parte de las enfermedades de control oficial y de declaración obligatoria, las cuales son de prioridad nacional, por sus características epidemiológicas, puesto que afectan el comercio nacional y de exportación de productos o subproductos de origen caprino. La presencia de caprinos con brucelosis representa un alto riesgo de infección para aquellas familias que se dedican a la cría de pequeños rumiantes en regiones donde la enfermedad es endémica. (Russo et al, 2016). Por ello la importancia de localizar las zonas de mayor presencia de la enfermedad en el país para así brindar información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones caprinas y así evitar pérdidas económicas y problemas en la salud pública.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En el análisis de esta variable, no hay limitantes.

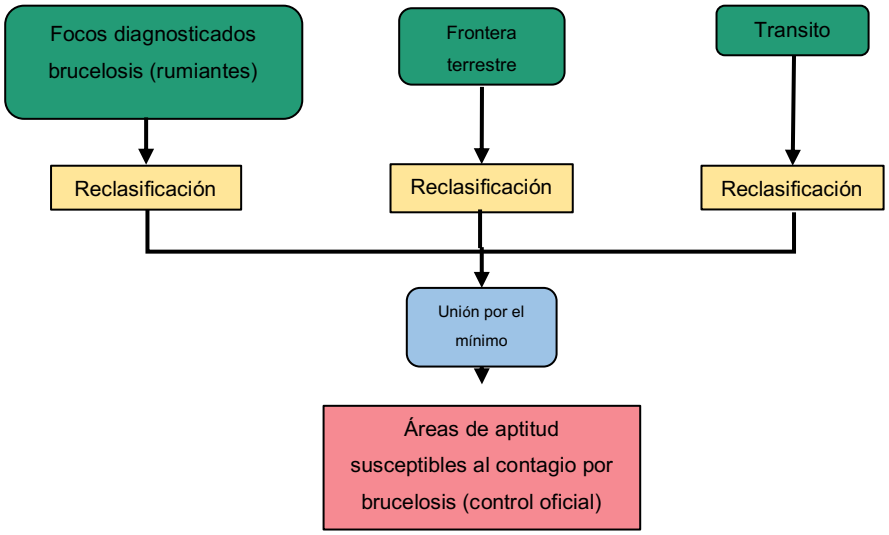
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

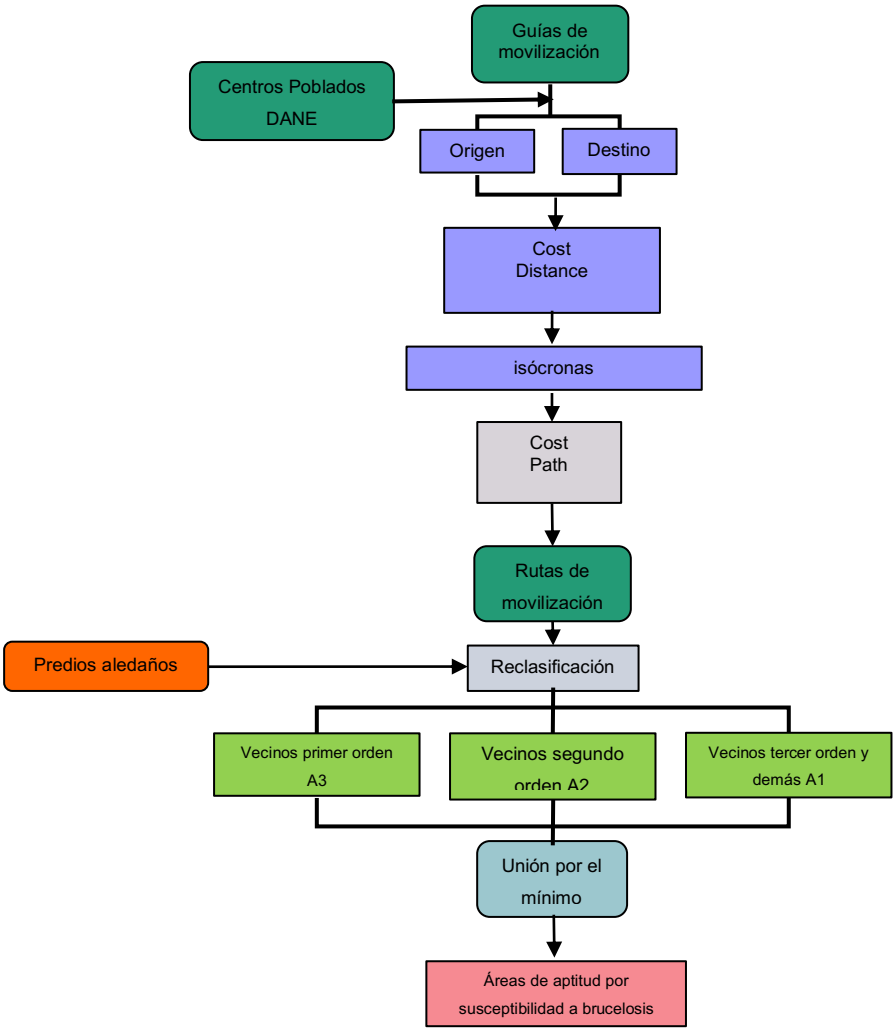
Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la susceptibilidad a brucelosis para la producción de caprinos en pastoreo



Cada uno de los insumos anteriormente descritos se incluyeron en el proceso cartográfico así:

- Los focos de brucelosis, son puntos son puntos georreferenciados diagnosticados por el ICA con la presencia de la enfermedad en todos los rumiantes para un periodo de 8 años (2010 -2019) y se representan mediante una densidad de Kernel a un radio de 5 km y se reclasifica por natural *breaks*.
- La frontera terrestre demarca un buffer de 15 km con la frontera terrestre con Venezuela, Brasil y Ecuador.
- Transito toman las guías de movilización 2019 con la información origen - destino de caprinos trasportados por las diferentes vías del país. La metodología se describe a continuación al igual que la salida grafica resultado del proceso.



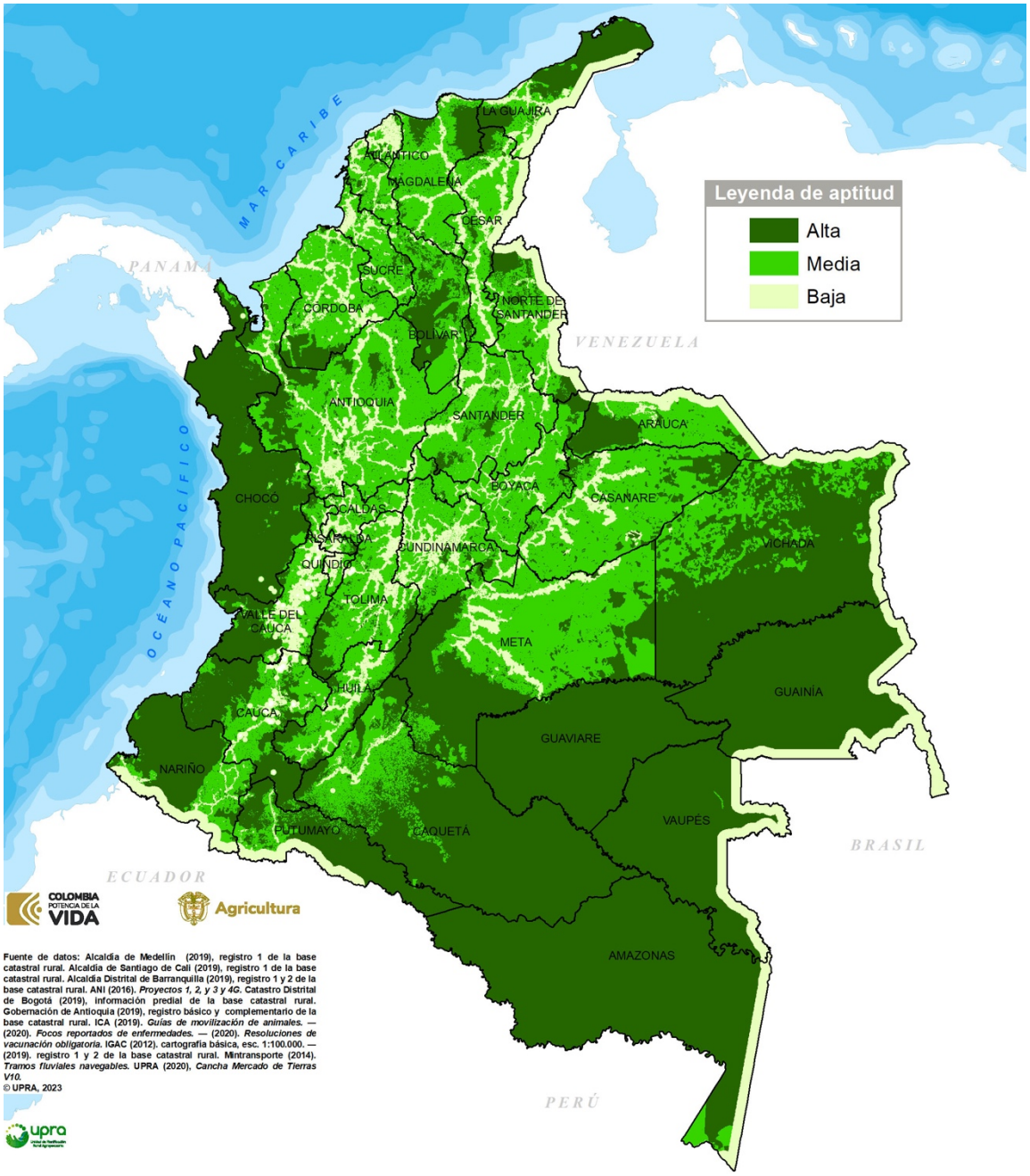
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación de aptitud; así:

Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo por la variable susceptibilidad a brucelosis

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad al contagio por brucelosis bovina

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2019). registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.
- IGAC. (2012). Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Mintransporte. (2014). Tramos fluviales navegables.
- Martínez, Gabriela Marcela y Suárez, Víctor Humberto. (2019). Lechería caprina: producción, manejo, sanidad, calidad de leche y productos. Ediciones INTA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN N.° 978-987-521-972-4.
- UPRA. (2020). Cancha Mercado de Tierras V10.
- Robles, Carlos Alejandro. (2009). Brucelosis caprina. 1a ed. - Bariloche: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA. Centro Regional Patagonia Norte. EEA Bariloche.
- Alcaldía de Medellín. (2019). Registro 1 de la base catastral rural.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Registro 1 de la base catastral rural.
- ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G. Bogotá: ANI.
- Caparrós, Burghi, y Lapeña. (2005). Manejo sanitario del hato caprino. Proyecto regional caprino, Boletín N.° 1: 3-14. www.produccion-animal.com.ar.
- Catastro Distrital de Bogotá. (2019). información predial de la base catastral rural.
- Gobernación de Antioquia (2019), registro básico y complementario de la base catastral rural.
- ICA. (2019). Guías de movilización. Bogotá. ICA.
- ICA. (2020). Focos reportados de enfermedades. 2010-2019
- Russo, Ana M. Mancebo, Orlando A. Monzón, Carlos M. Gait, Juan J. Casco, Rubén D y Torioni de Echaide, Susana M, (2016). Epidemiología de la brucelosis caprina y ovina en la provincia de Formosa, Argentina, Revista Argentina de Microbiología, Volumen 48, Issue 2, Pages 147-153, ISSN 0325-7541, https://doi.org/10.1016/j.ram.2015.10.005.

2.1.4. Variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: SANIDAD ANIMAL		
VARIABLE: susceptibilidad a rabia de origen silvestre	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional	
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Establece las áreas que brindan al vector de la enfermedad de control oficial, rabia de origen silvestre, un ambiente favorable para llevar a término su ciclo biológico completo. Muestra la distribución potencial del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) mediante modelos de distribución de especie.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Brinda la información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones caprinas y así evitar pérdidas económicas o riesgos en la salud pública.

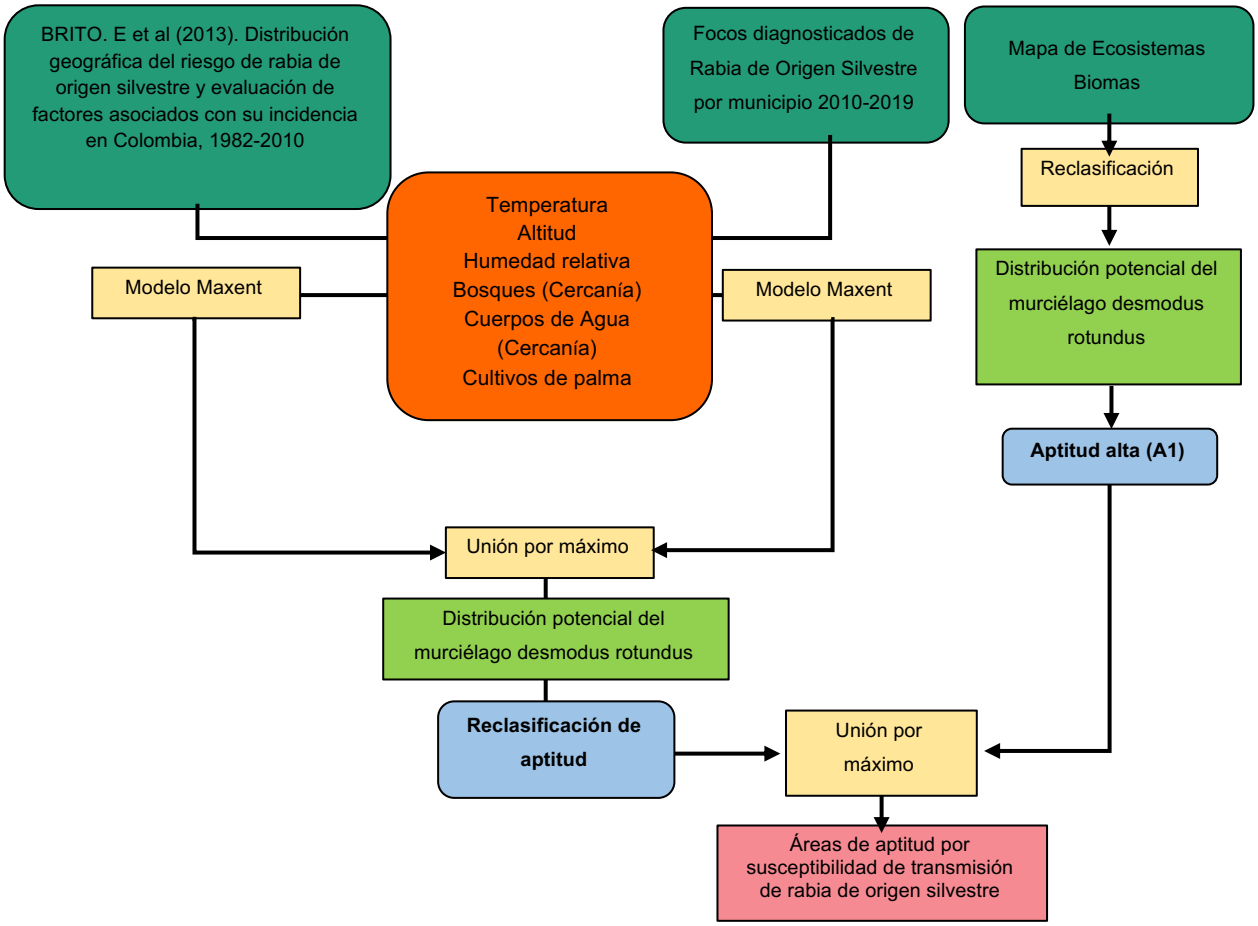
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En el análisis de esta variable, no hay limitantes.

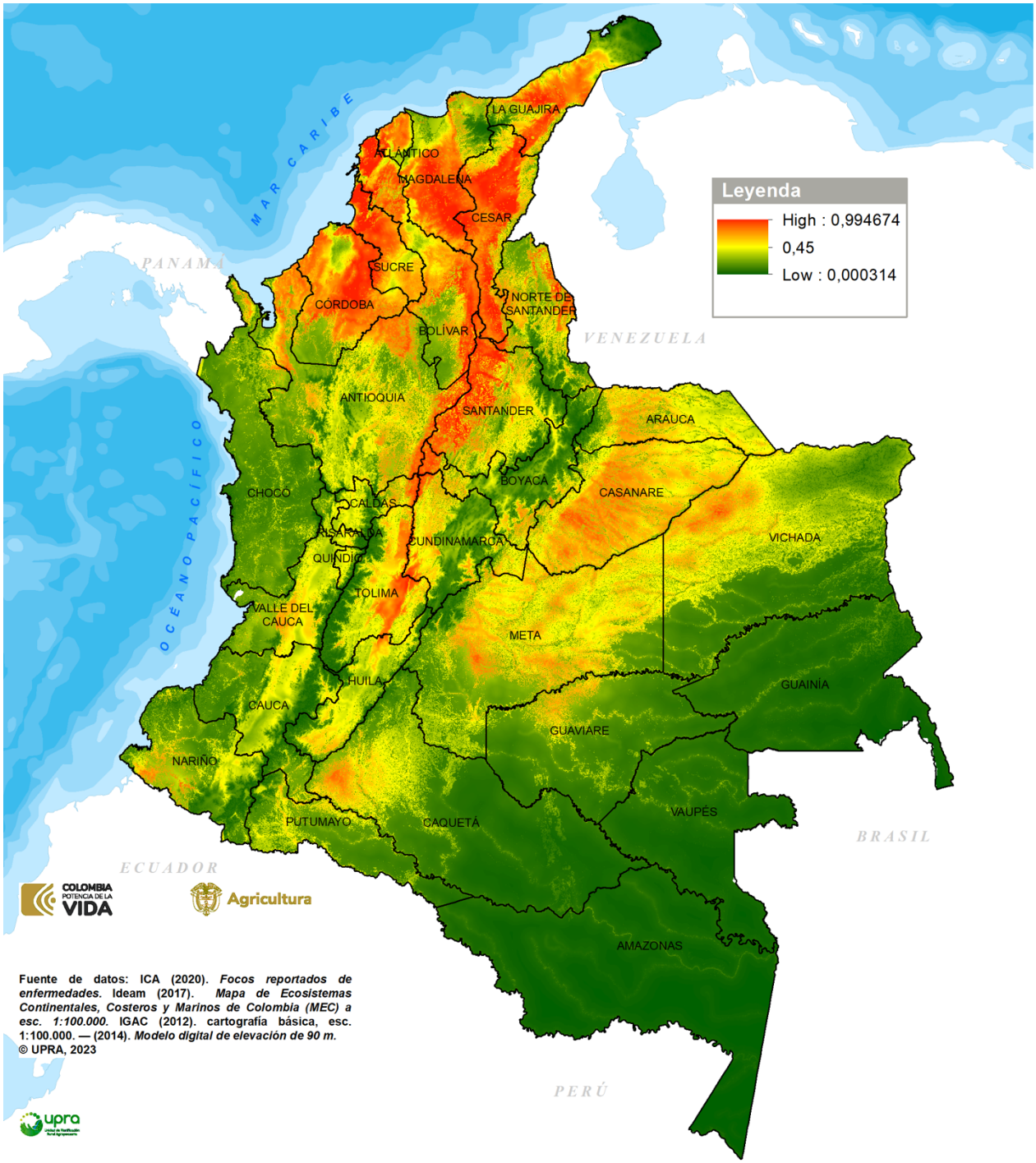
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la susceptibilidad a rabia de origen silvestre para la producción de caprinos en pastoreo

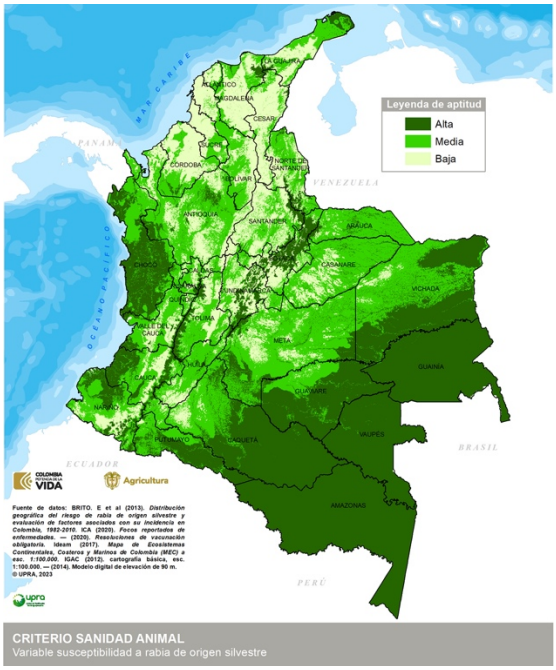


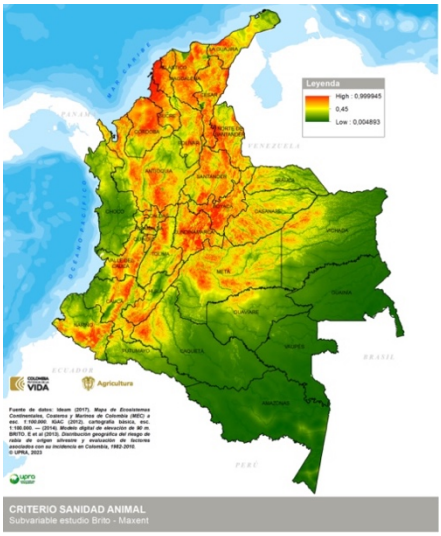
A. **Subvariable focos diagnosticados:** resalta los focos georreferenciados diagnosticados por el ICA durante la serie de tiempo 2010-2019 en todas las especies rumiantes (Bovinos, bufalinos, caprinos y ovinos).

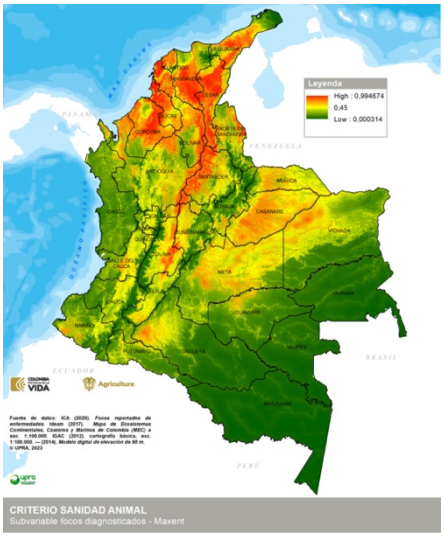


CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Subvariable focos diagnosticados - Maxent

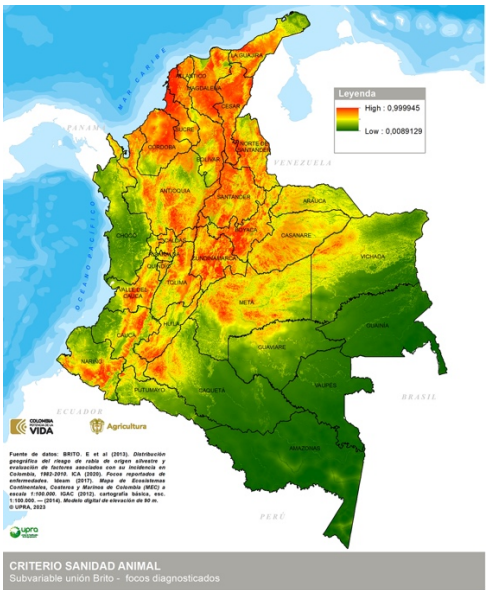
A. **Subvariable estudio Brito:** se ubica el centroide municipal de la información generada en el estudio sobre distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982-2010 realizada por Brito-Hoyos et al, (2013).



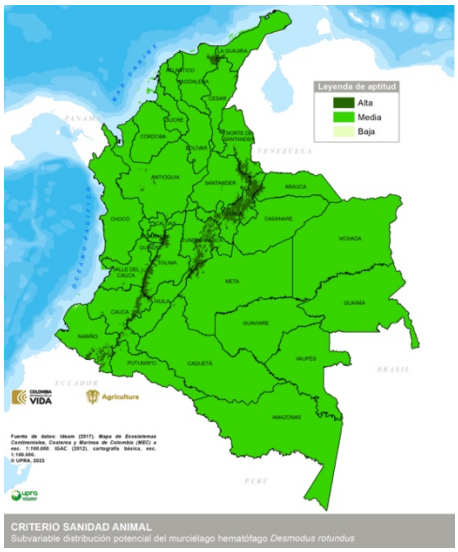




Posteriormente estos modelos se unen por el máximo generando la siguiente salida cartográfica de distribución potencial del murciélago.



Igualmente se hace la distribución potencial del murciélago hematófago *Desmodus rotundus* partiendo de una reclasificación de los biomas del mapa de ecosistemas (orobioma azonal andino, orobioma azonal de paramo y orobioma de paramo) áreas en donde no se presenta el hábitat propicio para el desarrollo del murciélago; lo que da como resultado la siguiente salida gráfica:



Por último, para generar la salida grafica final se realiza la unión de estos últimos insumos teniendo en cuenta las áreas donde NO se presenta distribución del murciélago en ambos insumos, los cuales en la salida grafica final, irán directamente a la aptitud más alta y para la las siguientes aptitudes se hace por reclasificación por intervalos geométricos de los datos del modelo *maxent* en donde se describe la distribución potencial del murciélago, siendo la menor aptitud aquellas áreas donde el modelo presenta una mayor valor de distribución del murciélago.

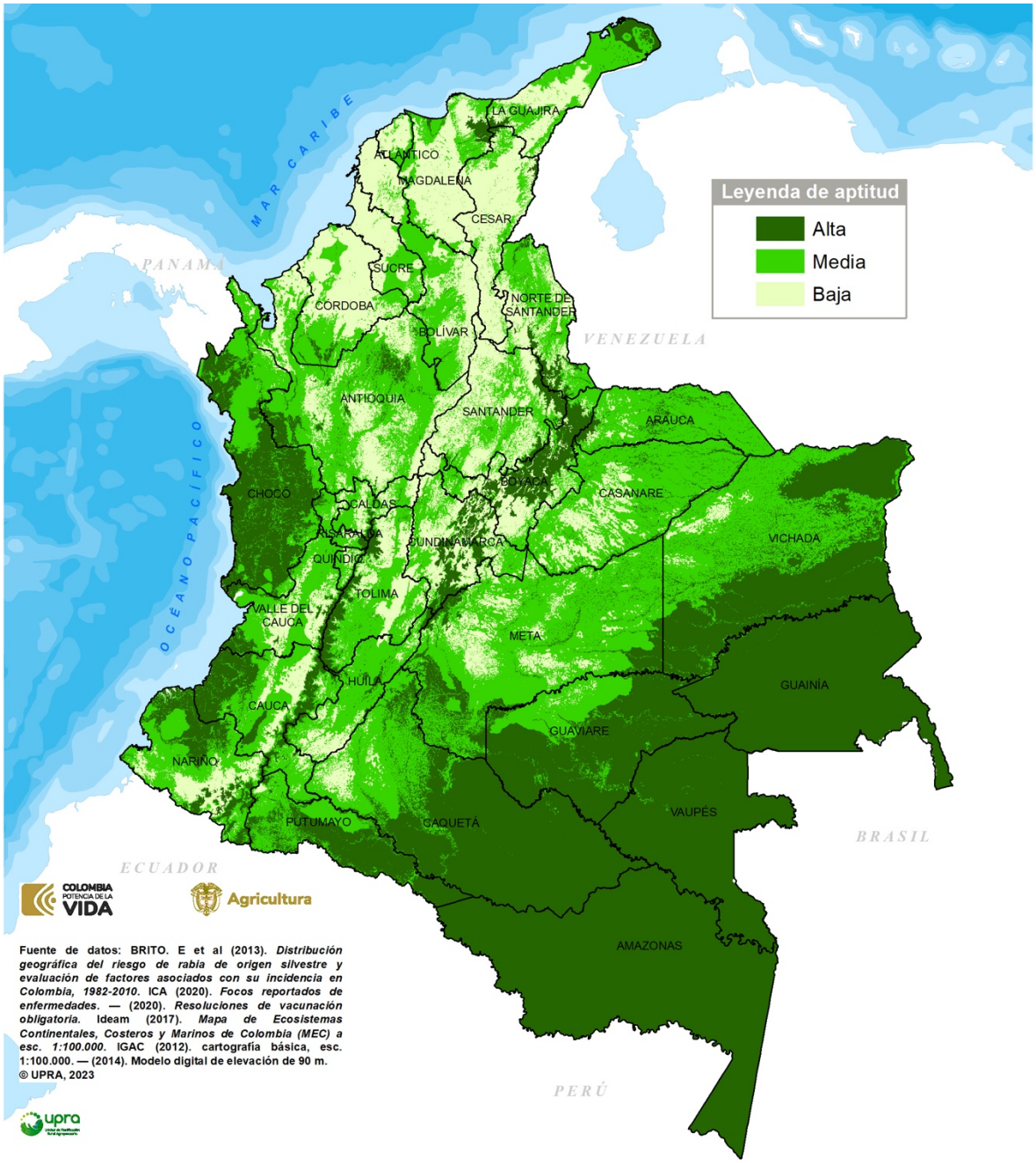
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la reclasificación; así:

Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo por la variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Diana Marcela Brito-Hoyos, Edilberto Brito Sierra, y Rafael Villalobos Álvarez. (2013). Distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982-2010 Geographic distribution of wild rabies risk and evaluation of the factors associated with its incidence in Colombia, 1982-2010. Revista Panamericana de Salud Pública, 33(1), 08-14.
- ICA. Focos Diagnosticados con Rabia de origen silvestre georreferenciados 2009-2019.
- ICA. (2020). Resoluciones ICA 064528 del 24 marzo 2020.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000
- IGAC. (2014). Modelo digital de elevación de 90 m.
- ICA. (2020). Resoluciones ICA 064528 del 24 marzo 2020.
- Ideam. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) a escala 1:100.000

2.2. Criterio confort animal

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: CONFORT ANIMAL		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Clasificación bioclimática, expresada como adimensional. • Temperatura, expresado en grados centígrados (°C). • Humedad relativa, expresada en porcentajes (%). • Condiciones de sombrío, expresadas en coberturas naturales.		

DEFINICIÓN

Muestra la capacidad del medio para proveer a los caprinos durante su ciclo productivo las condiciones adecuadas de protección y de comodidades térmicas (sensación térmica) necesarias, que le permitan al animal expresar su potencial genético, productivo, reproductivo y comportamental; sin alterar sus mecanismos fisiológicos.

El estado de bienestar de los animales se consigue por la sumatoria de las acciones y cuidados propiciados todos los días indistintamente de la acción o situación en la que se encuentren, protegiendo las mejoras alcanzadas y previniendo las situaciones de estrés que rápidamente repercuten sobre la fisiología del animal, su comportamiento y los parámetros de rendimiento o productividad específicos (SENASA, 2015).

Si los animales están en un grado adecuado de confort se pueden lograr unos niveles óptimos de producción (NEN, 2009). Reforzando la hipótesis de la relación entre parámetros indicativos del bienestar animal y características zootécnicas de las explotaciones (Bello et al, 2011).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Identifica las zonas con el medio ambiente apropiado, en donde el confort (sensación térmica y sombrío) le permiten al caprino mejorar sus condiciones de vida y expresar al máximo su potencial genético, sin alterar sus mecanismos fisiológicos. De esta manera se garantiza el cumplimiento de los principios de bienestar animal de los animales en su tercera libertad (libre de incomodidades físicas o térmicas según la OIE), incentivando la productividad de los sistemas y buscando que la vida de los animales sea lo más tranquilidad y donde pueda expresar sus comportamientos naturales (Hoyos et al, 2021).

Además de estar acatando el decreto 2113 de 2017 y la resolución 000136 de 2020, donde el Ministerio de agricultura y desarrollo rural establece las disposiciones y requerimientos generales para el bienestar animal y adopta el manual de condiciones de bienestar animal propia a cada una de las especies de producción en el sector agropecuario.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

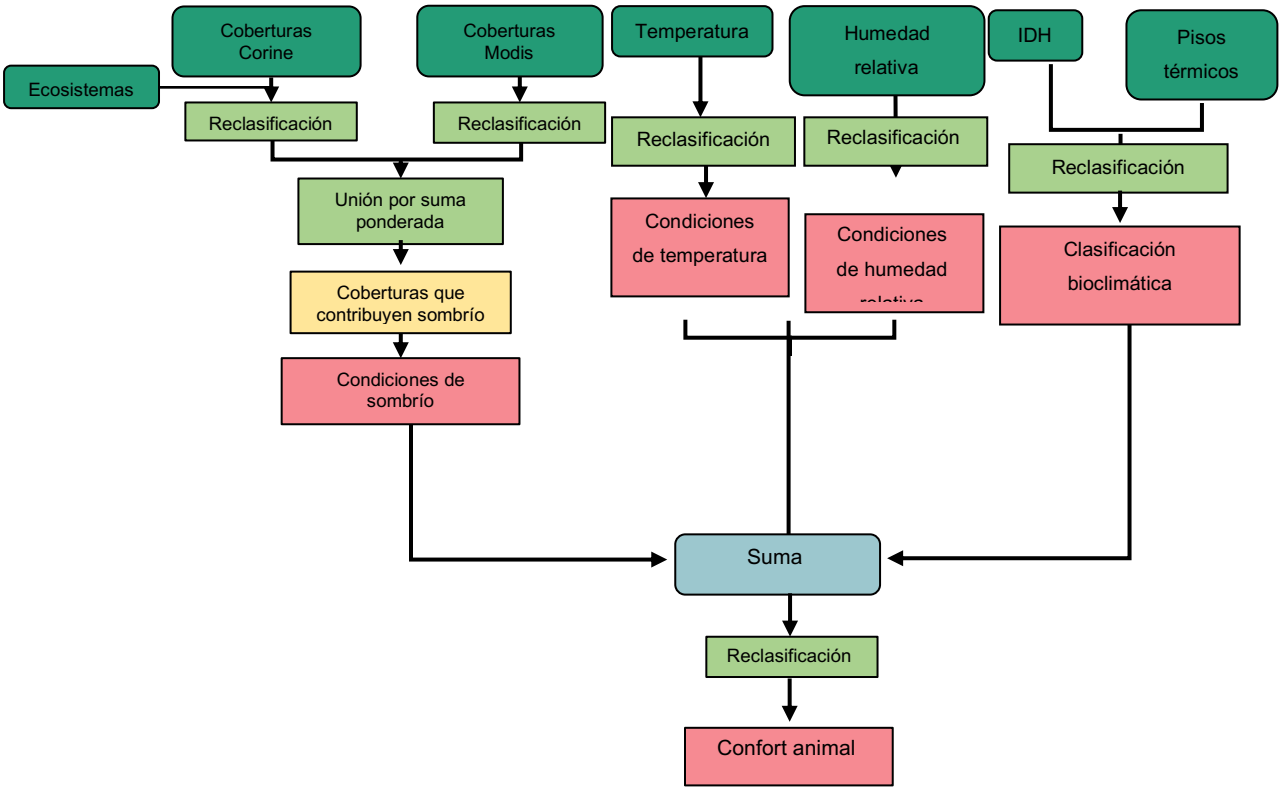
Existen sistemas productivos que pueden brindar mejoras en las condiciones físico - medio ambientales (ambientes mejorados, silvopastoreo, entre otros) para que los caprinos no presenten incomodidades físicas o térmicas, pero dichas mejoras se reducen al manejo individual que pueda presentar en cada explotación y que puede variar de una a otra, lo cual imposibilita su espacialización.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables no se presenta límites que se califiquen como no aptos (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento de cuatro variables como se describe a continuación:



a. **Clasificación bioclimática:** se reclasifica el IDH según los pisos térmicos en todo el país con los valores más benéficos para el desarrollo de los caprinos durante su desarrollo productivo, así:

Calificación de la variable clasificación bioclimática

Descripción	Aptitud
Zonas donde el clima y los pisos térmicos brindan condiciones óptimas para el desarrollo del animal	Alta (A1)
Zonas donde el clima y los pisos térmicos brindan moderadas condiciones para el desarrollo del animal	Media (A2)
Zonas donde el clima y los pisos térmicos restringen el para el desarrollo del animal	Baja (A3)

b. **Temperatura:** se reclasifica todo el territorio según la temperatura (°C), por los valores más benéficos para el desarrollo de los caprinos durante su desarrollo, así:

Calificación de la variable temperatura

Descripción	Aptitud
Zonas donde la temperatura brinda altas condiciones de confort animal	Alta (A1)
Zonas donde la temperatura brinda moderadas condiciones de confort animal	Media (A2)
Zonas donde la temperatura restringen el confort animal	Baja (A3)

c. **Humedad relativa:** se reclasifica todo el territorio según la humedad relativa, por los valores más benéficos para los caprinos, así:

Calificación de la variable humedad relativa

Descripción	Aptitud
Zonas donde la humedad relativa brinda altas condiciones de confort animal	Alta (A1)
Zonas donde la humedad relativa brinda moderadas condiciones de confort animal	Media (A2)
Zonas donde la humedad relativa restringen el confort animal	Baja (A3)

d. **Condiciones de sombrío:** se realizó una reclasificación de las coberturas Modis y Corine que brinden sombrío a los caprinos para su desarrollo bajo pastoreo.

Calificación de la variable condiciones de sombrío

Descripción	Aptitud
Zonas donde las coberturas naturales generan mayor sombrío	Alta (A1)
Zonas donde las coberturas naturales generan sombrío moderado	Media (A2)
Zonas donde las coberturas naturales generan menor sombrío	Baja (A3)

Posteriormente para la generación del criterio, se hizo una integración de las variables por suma ponderada, así:

Variable	Valor (%)
Clasificación bioclimática	40
Temperatura	20
Humedad relativa	20
Condiciones de sombrío	20

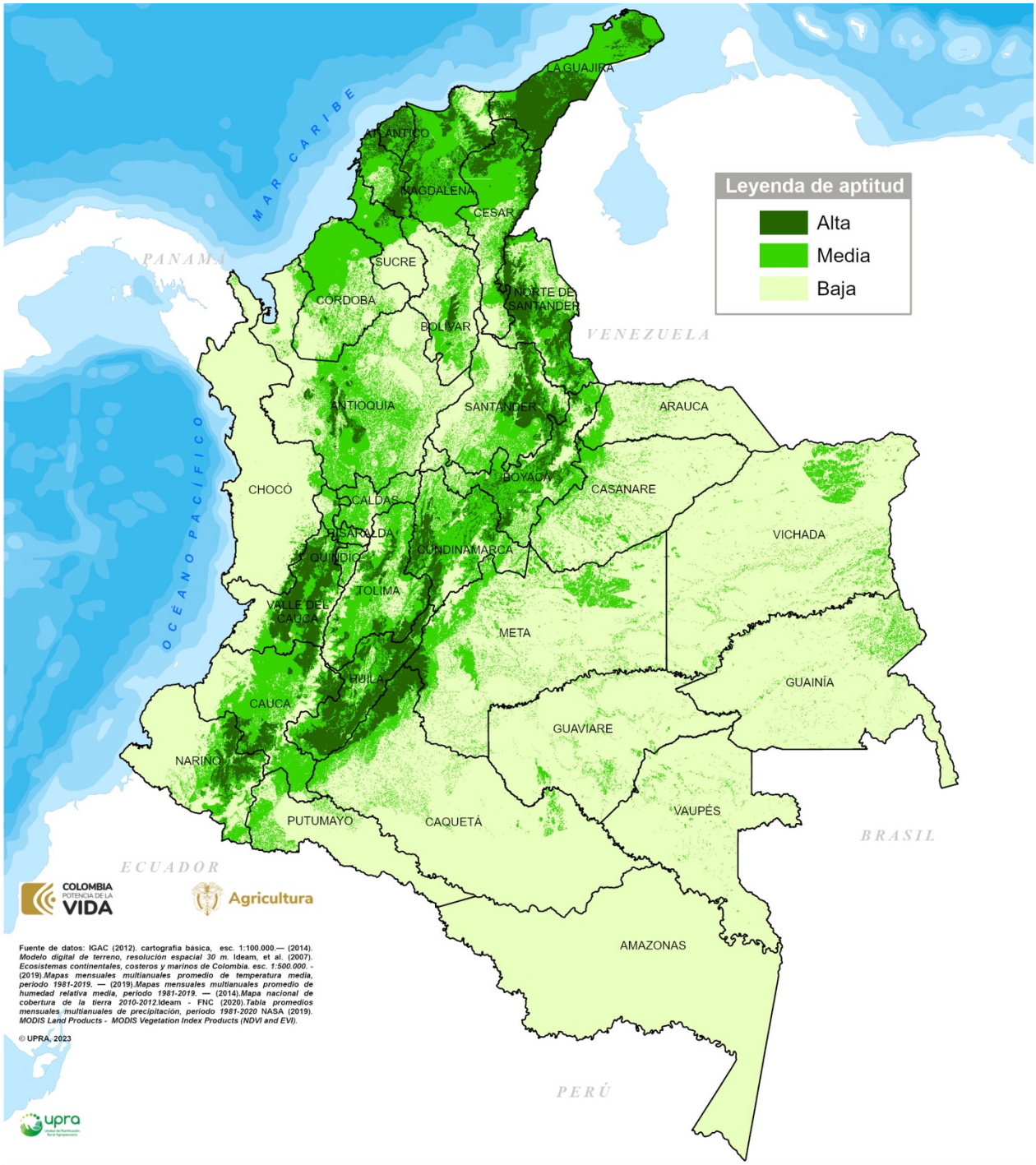
Y por último se genera una reclasificación por intervalos iguales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud del criterio, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se debe a reclasificación, así:

Criterio de calificación	Aptitud
Zonas con las mejores condiciones de sensación térmica, en donde donde la temperatura, la humedad y el sombrío brindan altas condiciones de confort animal.	Alta (A1)
Zonas en donde donde la temperatura, la humedad y el sombrío brindan condiciones de confort animal moderadas.	Media (A2)
Zonas en donde donde la temperatura, la humedad y el sombrío brindan condiciones de confort animal bajas	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CONFORT ANIMAL

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acero-Plazas VM (2014). El bienestar animal en sistemas productivos de ovinos-caprinos en Colombia. Spei Domus. 2014;10(20):57-62. doi: http://dx.doi.org/10.16925/sp.v10i21.918
- Bello, J.M et al, (2011). Variaciones en el bienestar del ganado ovino y caprino de producción de leche en condiciones prácticas de explotación: Diferencias entre regiones, tamaños de explotación y nivel de producción. EEBI04-O SEOC2011
- Decreto 2113 de 2017 del Ministerio de agricultura y desarrollo rural.
- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Hoyos-Patiño, J. F. Hernández-Villamizar D. A y Velásquez-Carrascal B. L, (2021). “Medición del bienestar animal en caprinos de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander - Ocaña, aplicando el Protocolo Welfare Quality®”, Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 9, no. 1, pp. 1-7.
- Ideam. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- _. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de temperatura media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.
- _. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2018). Mapa nacional de cobertura de la tierra. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2002). Modelo Digital de Terreno, Resolución Espacial 30 o 90 m (según corresponda). Bogotá: IGAC.
- NASA. (2018). MODIS Land Products - MODIS Vegetation.
- Resolución 000135 de 2020 Ministerio de Agricultura y desarrollo rural.
- SENASA. (2015). Manual de bienestar animal. versión 1. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Buenos Aires.

2.2.1. Variable clasificación bioclimática

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONFORT ANIMAL		
VARIABLE: clasificación bioclimática	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La vida es un sistema dinámico en el que tienen lugar continuos intercambios entre el organismo y su ambiente, siendo este carácter dinámico el que determina el fisiologismo de los seres vivos. La adaptación y habituación han hecho y siguen haciendo posible su vida en los distintos ambientes. En relación con ello, es notable que desde el comienzo de la domesticación de la cabra se han ido desarrollando distintas razas al adaptarse a diferentes condiciones, razas que constituyen hoy una de las mayores riquezas agrarias de muchos países. Esto le brinda a la especie un espectro extremadamente amplio de adaptación a los diversos hábitats, que se extiende desde las zonas lluviosas tropicales hasta los desiertos (situaciones extremas), incluso en los países más accidentados, presentan a todas luces una mejor adaptación que cualquier otra especie doméstica, siendo a veces la única fuente de leche, carne y pieles para el hombre. (Devendra y Coop, 1982; Raggi S., Luis; Sanz S., Remedios. et al.,1985).

Es por tal motivo que se busca la forma de relacionar las condiciones bioclimáticas que presenta el territorio como un indicador del confort animal; puesto que ¨el microambiente en el sentido amplio concierne a todas las condiciones que rodean o accedan al animal; incluyendo factores físicos del medio, condiciones bióticas y el manejo. Los animales domésticos requieren un entorno ambiental apropiado en conjunto con un buen estado de salud y el manejo óptimo para el buen desempeño fisiológico y poder expresar sus potencialidades biológicas y de producción¨ (Araúz S.E.2009).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La cabra ha sido utilizada en diversos tipos de climas con diferentes condiciones micro ambientales y de disponibilidad de alimentos; destacándose su alta capacidad de adaptación en ambientes donde prevalecen climas fríos o templados, áridos o secos y tropicales y húmedos. A lo que se le atribuye la importancia como alternativa para la producción animal. No obstante, la versatilidad fisiológica y biológica para tolerar condiciones ambientales; no significa que condiciones como el estrés calórico micro ambiental no repercutan negativamente en los procesos vitales y en las funciones relacionadas con la producción animal (crecimiento, reproducción, conducta, actividad animal, gestación, lactación y salud), por lo que es preciso emplear estrategias para reducir la influencia del estrés calórico y los factores afines; incluyendo: adecuación física, manejo nutricional y alimentación apropiada, selección de las razas adaptables y control de salud para aumentar la eficiencia y sostenibilidad de la producción caprina (Araúz, E.2009).

De allí, la importancia de cartografiar las áreas bioclimáticas del país como herramienta en la toma de decisiones para el establecimiento de nuevas producciones caprinas en las zonas donde la inversión en infraestructura pueda ser menor por no requerir mejoras en el medio ambiente presente.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de esta variable, se califican el bioclima de las nieves perpetuas como límite en las zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Colombia presenta una amplia gama de condiciones climáticas que van desde lo semidesértico (La Guajira) hasta lo muy húmedo (el Chocó) y desde el nivel del mar (costas Caribe y Pacífica) hasta la criósfera (Nevados), que dificultan de manera importante establecer mapas nacionales, dado que en muchas regiones del país los modelos de estimación de la evapotranspiración (evapotranspiración de referencia ETo Penman-Monteith y del cultivo ETc) se sobreestima o subestima, sobre todo en las regiones con condiciones evaporativas bajas.

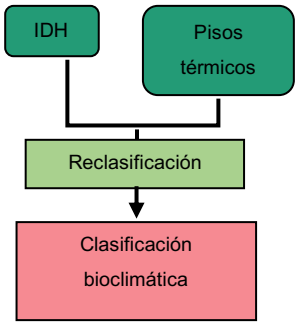
Dicho análisis de humedad se centra únicamente en lo climático, excluyendo el suelo (almacenamiento de agua del suelo), primero porque no se cuenta con información nacional de humedad aprovechable (capacidad de campo menos punto de marchitez permanente); además que la información de suelos contiene cubrimiento nacional que corresponde a los estudios generales de suelos del país (escala 1:100.000) que contienen asociaciones como unidades cartográficas de suelos. Es así, que, al no incluir en el modelo, la capacidad de almacenamiento del suelo no es conveniente incluir el almacenamiento anterior mes a mes, con lo que conlleva a

la inconveniencia de incluir las pérdidas de agua por escorrentía, como se sugiere con la precipitación efectiva (80%, FAO/AGLW, USDA por Crowat 8.0 y otras recomendadas), además de que no se cuenta con mapa nacional de está.

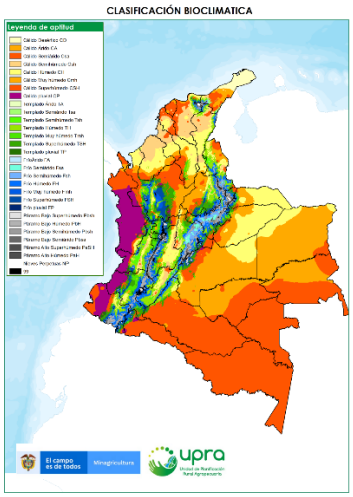
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la clasificación bioclimática para la producción de caprinos en pastoreo



Se tomaron los datos de IDH y se reclasificaron mediante los pisos generada por UPRA, 2022.



Posteriormente, se reclasifica esta información según las mejores condiciones para el desarrollo de los caprinos según el inventario actual de presencia de predios con producciones caprinas y las visitas de campo realizadas, así:

Clima	Aptitud
Nieves perpetuas	N1
Páramo alto super húmedo	A3
Páramo alto húmedo	A3
Páramo bajo super húmedo	A3
Páramo bajo húmedo	A3
Páramo bajo semihúmedo	A1
Paramo bajo semiárido	A2
Frío pluvial	A3
Frío super húmedo	A3
Frío muy húmedo	A3
Frío húmedo	A2
Frío semihúmedo	A2
Frío árido	A2
Frío semiárido	A2
Templado pluvial	A3
Templado super húmedo	A3
Templado muy húmedo	A3
Templado húmedo	A1
Templado semihúmedo	A1
Templado árido	A1
Templado semiárido	A1
Cálido pluvial	A3
Cálido super húmedo	A3
Cálido muy húmedo	A3
Cálido húmedo	A3
Cálido semihúmedo	A2
Cálido árido	A1
Cálido semiárido	A1
Cálido desértico	A2

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación:

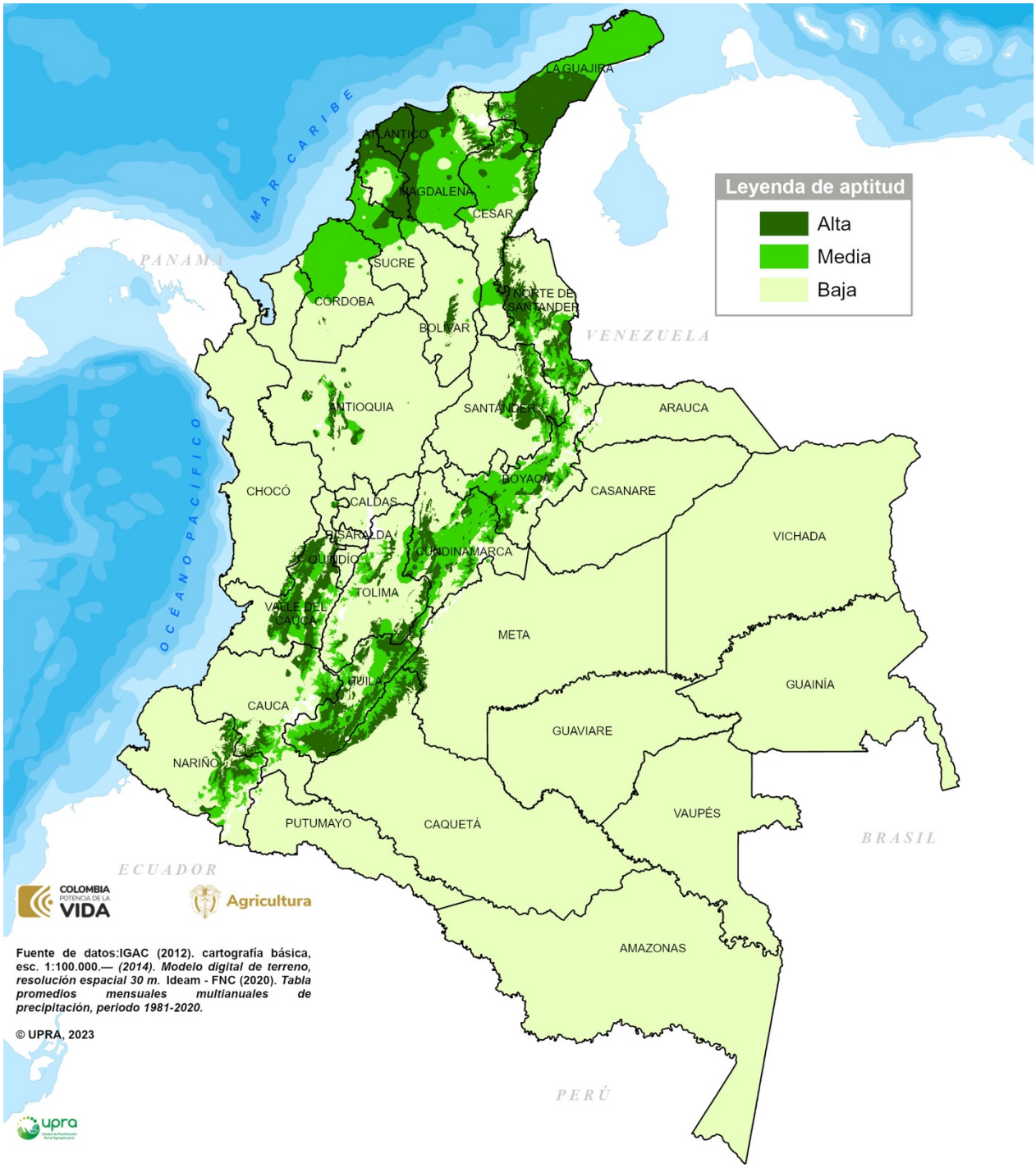
Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo
variable clasificación bioclimática

Descripción	Aptitud
Zonas donde el clima y los pisos térmicos brindan condiciones óptimas para el desarrollo del animal	Alta (A1)
Zonas donde el clima y los pisos térmicos brindan moderadas condiciones para el desarrollo del animal	Media (A2)
Zonas donde el clima y los pisos térmicos restringen el desarrollo del animal	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

IDH y pisos térmicos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable bioclimática

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Araúz, E. (2009). Importancia del microambiente para el desempeño fisiológico y efectos negativos del estrés calórico sobre la capacidad fisiológica y de producción en los caprinos y ovinos. Dpto. de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. Recuperado de: https://www.engormix.com/ovinos/articulos/importancia-microambiente-desempeno-fisiologico-t28204.htm.
- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Devendra, C. y Coop, I.E. (1982): Sheep and goat production. World Animal Science. C production-system approach. Editado por Coop, I.E.
- Ideam. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Raggi S., Luis; Sanz S., Remedios. et al. (1985). Fisiología ambiental de la cabra. Monografías de Medicina Veterinaria, Vol.7(1).
- UPRA. (2022). Clasificación bioclimática. UPRA. Bogotá.

2.2.2. Variable temperatura

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: CONFORT ANIMAL</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: temperatura</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: grados centígrados (°C)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

La temperatura es uno de los principales factores ambientales que afectan el desempeño productivo de los caprinos. Hace parte fundamental de los factores que regulan la zona termo-neutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo. Valores por encima o por debajo del rango, producen estrés térmico en el animal.

La exposición a estrés climático, principalmente calórico, altera los mecanismos fisiológicos del animal provocando una disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo además de disminución en rendimientos productivos y reproductivos.

Es por tal motivo que se busca la forma de relacionar temperatura y humedad relativa como indicadores del confort en el animal, puesto que son las variables directamente relacionadas en la sensación térmica.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Identifica las zonas con las mejores condiciones de temperatura que permiten a los caprinos expresar al máximo su potencial genético, sin alterar sus mecanismos fisiológicos, lo que permite que el animal destine sus utilidades calóricas a la producción de carne o leche y no a mecanismos de termorregulación. Puede ser una herramienta en la toma de decisiones para el establecimiento de nuevas producciones caprinas en las zonas donde la inversión en infraestructura pueda ser menor por no requerir mejoras en el ambiente puesto que las cabras son muy sensibles a los climas extremos por lo que se deben tomar cuidados especiales para minimizar los efectos adversos que se puedan generar en el estado de bienestar del animal.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

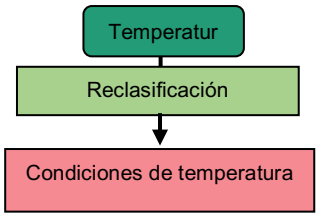
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La variable se construyó a partir de los valores medios de temperatura anual.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar la temperatura para la producción de caprinos en pastoreo



Se tomaron los datos de clima temperaturas (°C) del promedio multianual y se reclasificaron según las características medio ambientales óptimas para el desarrollo de los caprinos según los estudios y bibliografía consultada.

Es preciso mencionar que existen características que pueden brindar al sistema productivo mejoras en las condiciones físico - medio ambientales para que los caprinos no presenten incomodidades físicas o térmicas, pero dichas mejoras se reducen a la adopción de nuevas tecnologías en la infraestructura del sistema productivo, ya sea ambiente mejorado, silvopastoreo, entre otras; decisión individual que adoptará cada productor dependiendo de las características de su sistema productivo, condiciones medio ambientales del área donde se ubica la finca y raza de los animales (potencial biótico, adaptabilidad, etc.); lo cual imposibilita su especialización pero que no se desconoce su existencia ni las ayudas productivas y rentables que puede generar en áreas con condiciones climáticas no tan favorables para el desarrollo optimo del animal.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación:

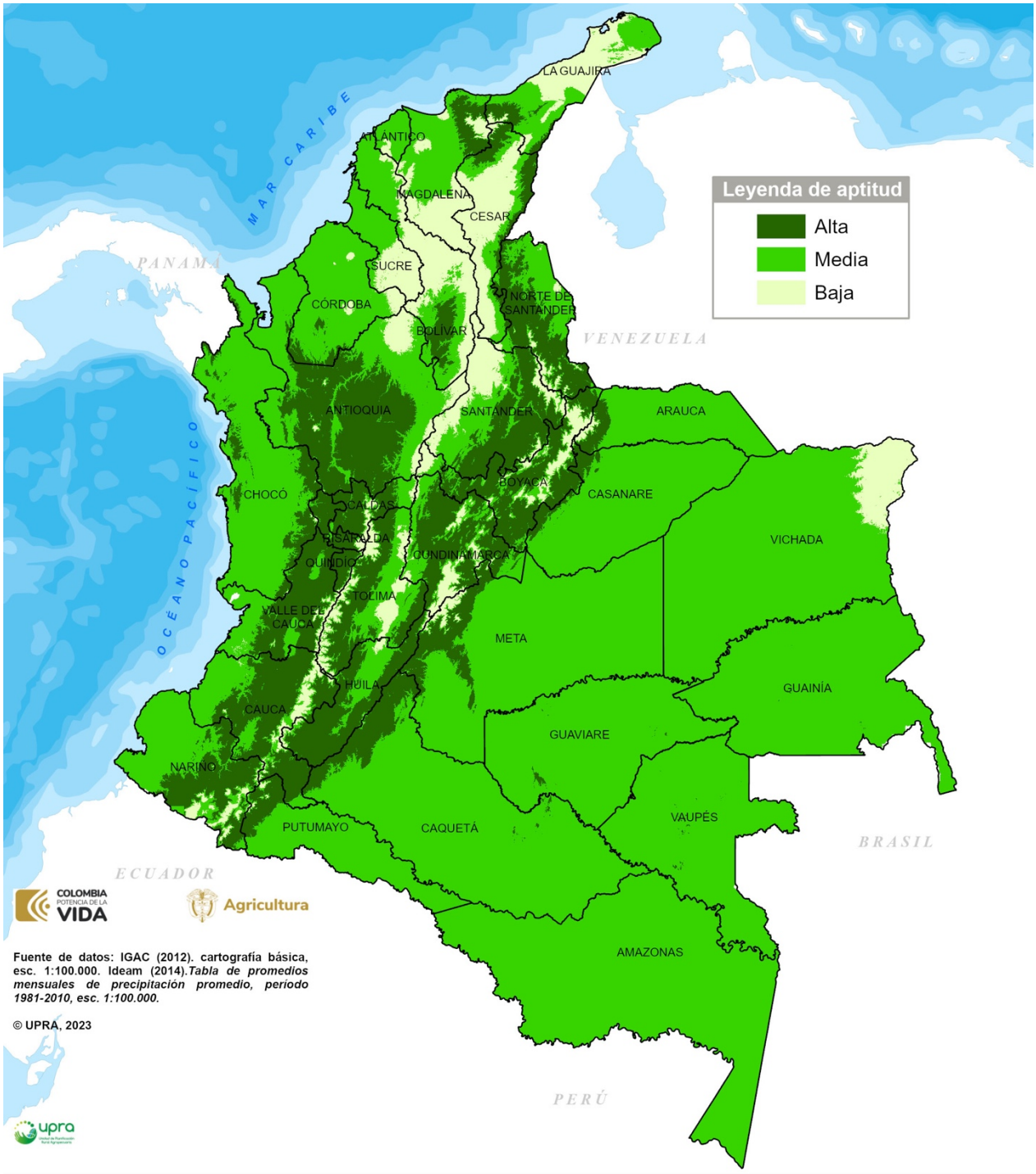
Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo
variable temperatura

Temperatura media anual (°C/año)	Aptitud
12 - 24	Alta (A1)
10 - <12 />24 – 28	Media (A2)
<10 - >28	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

T° en grados centígrados

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable temperatura

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Gonçalves Pereira et al. (2017). Thermoregulatory responses and adaptability of Anglo-nubian goats maintained in thermoneutral temperature and under heat stress. J Anim Behav Biometeorol (2017) 5:106-111.
- IDEAM. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de temperatura media, periodo 1981-2019.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Raggi S., Luis; Sanz S. Remedios. et al. (1985). Fisiología ambiental de la cabra. Monografías de Medicina Veterinaria, Vol.7(1)
- Romero, F y Arrebola Molina, Francisco y González, O y Clemente, I y Menendez-Buxadera, Alberto. (2008). Resultados preliminares del efecto de la temperatura y humedad relativa sobre la producción de leche y sus componentes en cabras de raza Payoya. Información Técnica Rev. ITEA. 104. 243-248.
- Sáenz García. (2007). Ovinos y Caprinos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Saravia y Cruz. (2003). Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. Uruguay, Fac. Agr. Nota Técnica N°50. 36p
- The Pharma Innovation Journal. (2018). Adaptability of goats to heat stress: A review. 7(4): 1114-1126 04-03-2018

2.2.3. Variable humedad relativa

<table>
<tr><td colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</td></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: CONFORT ANIMAL</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: humedad relativa</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Uno de los principales factores ambientales que afecta el desempeño productivo de los caprinos es la humedad relativa, puesto que al igual que la temperatura, regula la zona termo-neutral en la cual se espera un máximo rendimiento productivo. Valores por encima o por debajo del rango ideal (Confort), producen estrés térmico en el animal.

La exposición a estrés climático principalmente calórico conduce a la disminución del consumo de alimento para minimizar la cantidad de calor generado por la digestión y el metabolismo.

Es por tal motivo que se busca la forma de relacionar las variables climáticas temperatura y humedad relativa como indicadores del confort en el animal, puesto que son las variables directamente relacionadas en la sensación térmica.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Identifica las zonas con las mejores condiciones de humedad relativa que permiten a los caprinos expresar al máximo su potencial genético, sin alterar sus mecanismos fisiológicos. Lo que se traduce en que el animal destine sus utilidades calóricas a la producción de carne o leche y no a mecanismos de termorregulación; además puede ser una herramienta en la toma de decisiones para el establecimiento de nuevas producciones caprinas en las zonas donde la inversión en infraestructura pueda ser menor por no requerir mejoras en el ambiente.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

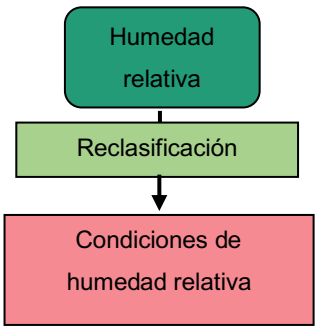
En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La variable se construyó a partir de los valores medios humedad relativa ambiental.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:



Se toman los datos de clima humedad relativa (%) del promedio multianual y se reclasificaron según las características medio ambientales óptimas para el desarrollo de los caprinos.

Es preciso mencionar que existen características que pueden brindar al sistema productivo mejoras en las condiciones físico - medio ambientales para que los caprinos no presenten incomodidades físicas o térmicas, pero dichas mejoras se reducen a la adopción de nuevas tecnologías en la infraestructura del sistema productivo, ya sea ambiente mejorado, silvopastoreo, entre otras; decisión individual que adoptara cada productor dependiendo de las características de su sistema productivo, condiciones medio ambientales del área donde se ubica la finca y raza de los animales (potencial biótico, adaptabilidad, entre otros); lo cual imposibilita su especialización pero que no se desconoce su existencia ni las ayudas productivas y rentables que puede generar en áreas con condiciones climáticas adversas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación:

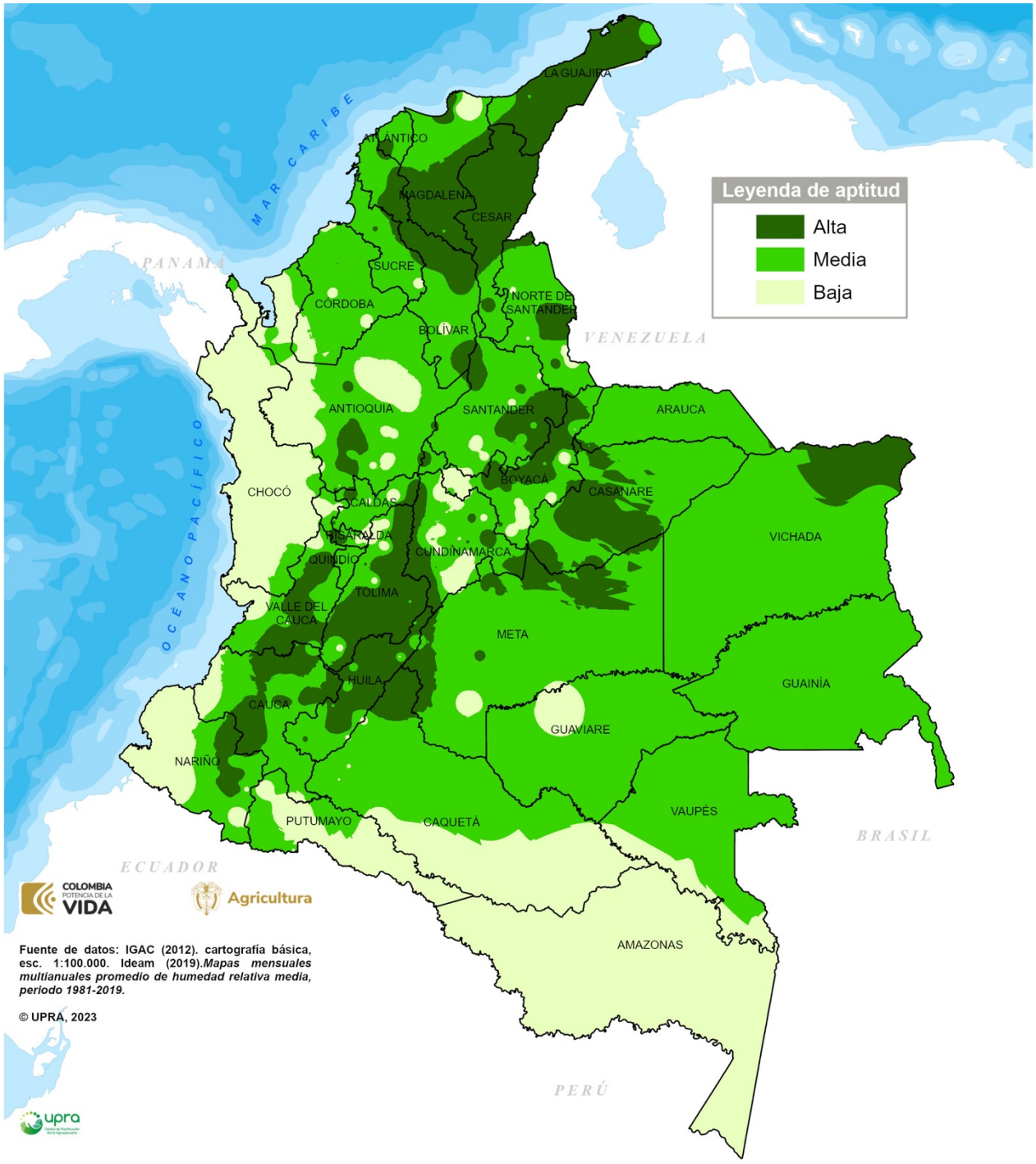
Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo
variable humedad relativa

Humedad relativa media anual (% / año)	Aptitud
≤80	Alta (A1)
>80 - ≤85	Media (A2)
>85	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

%HR

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable humedad relativa

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

2.2.4. Variable condiciones de sombrío

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONFORT ANIMAL		
VARIABLE: condiciones de sombrío	**UNIDAD DE MEDIDA:** coberturas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

En los sistemas de producción bajo pastoreo, reviste gran importancia el proporcionar sombrío y protección a los animales frente a las condiciones climáticas, sobre todo las extremas. El uso de barreras vivas, entre otras, durante el desarrollo productivo del animal es una excelente herramienta de manejo pues los animales "necesitan bastante tiempo de tranquilidad y quietud durante el día para atender al proceso fisiológico digestivo de la rumia" (Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica de la Región de Murcia, 2020) además de ser el lugar ideal para ubicar los bebederos y que el animal consuma agua fresca en los días calurosos; el sol directo sin poseer ningún tipo de barrera, podría entorpecer este proceso, lo que se vería traducido en bajas rentabilidades y pérdidas económicas para el productor. Es por ello que esta variable muestra la capacidad del medio (unidad espacial de análisis) de proveer las condiciones adecuadas de sombrío para los caprinos en pastoreo, proporcionadas por las coberturas naturales y los ecosistemas; así se contribuye a favorecer una de las 5 libertades (Libre de incomodidades físicas y térmicas) del bienestar animal.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite determinar las coberturas naturales y ecosistemas actuales, que proporcionan sombra y grado de protección al animal frente a la radiación solar directa en un área determinada, para contribuir con el confort animal y mejorar las condiciones de sensación térmica en zonas que no presentan las condiciones de temperatura y humedad óptimas para el desarrollo del animal.

Es importante proveer a los animales de una adecuada protección frente a las condiciones climáticas, ya sea mediante un monte o arboleda, reparos o techos construidos con media sombra u otro material duradero, con especial atención en producciones caprinas (SENASA, 2015).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

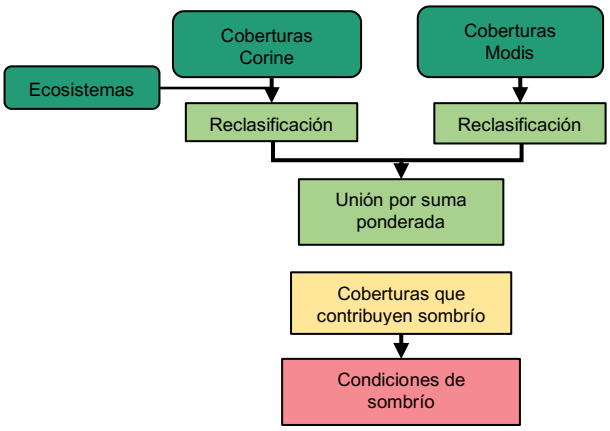
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La variable se construyó a partir de las coberturas CORINE 2018, ecosistemas 2007 y las coberturas MODIS 2018, las cuales pueden haber variado a la actualidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar las condiciones de sombrío para la producción de caprinos en pastoreo



Se realizó una unión entre la capa de ecosistemas y la capa de coberturas Corine 2018 y posteriormente se reclasificó según la cobertura y el ecosistema que brinden sombrío para la producción caprina en pastores, el resultado de la salida gráfica de este insumo es el siguiente:

Descripción	Aptitud
Zonas donde los ecosistemas y las coberturas naturales generan mayor sombrío	Alta (A1)
Zonas donde los ecosistemas y las coberturas naturales generan sombrío moderado	Media (A2)
Zonas donde los ecosistemas y las coberturas naturales no generan sombrío	Baja (A3)



Paralelamente se reclasifican las coberturas Modis que brindan sombrío y el resultado la salida gráfica para los caprinos en pastoreo es la siguiente:



Por último, se realiza una unión por suma ponderada 0.5 (MODIS) + 0.5 (CORINE - Ecosistemas) y reclasificación por intervalos geométricos para generar la salida grafica final de la variable.

RANGOS PARA LA ASIGNACION DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se establece mediante la siguiente reclasificación; así:

Aptitud para la producción de caprinos en pastoreo

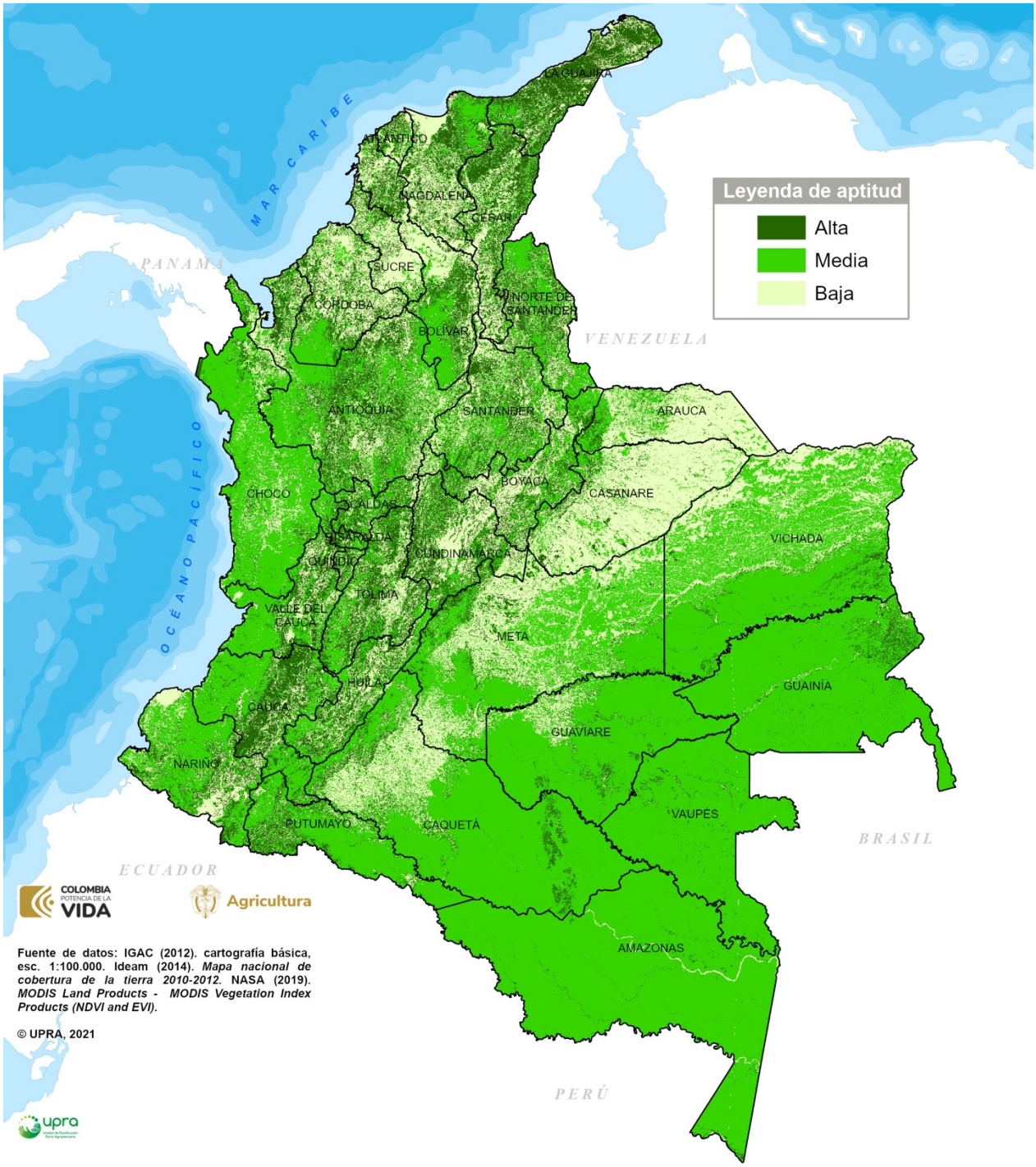
variable condiciones de sombrío

Descripción	Aptitud
Zonas donde las coberturas naturales generan mayor sombrío	Alta (A1)
Zonas donde las coberturas naturales generan sombrío moderado	Media (A2)
Zonas donde las coberturas naturales generan menor sombrío	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Coberturas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable sombrio

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2021). Coberturas de la Tierra para el año 2018, a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- Castillo, C y Hernández, J. (2016). Estrés por calor en ovejas y cabras.
- Ideam. (2007). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, a escala 1:500.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2002). Modelo digital de terreno, resolución espacial 30 o 90 m (según corresponda). Bogotá: IGAC.
- Friedl, M., Sulla-Menashe, D. (2018). MCD12Q1 MODIS / Terra + Aqua Tipo de cubierta de tierra Anual L3 Global 500m SIN Grilla V006 [Conjunto de datos]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. doi: 10.5067 / MODIS / MCD12Q1.006
- SENASA. (2015). Manual de bienestar animal. Version 1. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

2.3. Criterio alternativas forrajeras para la producción caprina

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><th colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</th></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA PRODUCCIÓN CAPRINA</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Gramíneas nativas, expresada como valores normalizados del número de especies de gramíneas con mayor potencial forrajero en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos.
• Potencial de ramoneo y forraje, expresado como valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero y de ramoneo en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos.</td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Los caprinos se caracterizan por poseer un comportamiento alimenticio similar al de las ovejas, sin embargo, poseen hocico largo y estrecho con boca pequeña labios superiores móviles y lengua prensil que otorga gran habilidad permitiendo el ramoneo de hojas pequeñas e incluso especies espinosas (Pérez, 1998).

Según lo anterior, este criterio evalúa la distribución y presencia de plantas nativas y naturalizadas en Colombia con alto potencial para el forrajeo y el ramoneo del ganado caprino.

De acuerdo con Cañas, (2013); Colombia presenta una alta biodiversidad de gramíneas. Esta gran presencia de especies de gramíneas forrajeras, favorecen la ganadería extensiva en algunas áreas del país en las cuales se da muy poco manejo de las pasturas cultivadas, hecho que además de generar un buen potencial de uso como forraje, se ha demostrado que desde el punto de vista nutritivo y por sus condiciones organolépticas propias, pueden convertirse en una fuente de alimento para la ganadería de importancia (Sossa, et, al. 2017. Peñuela, et.al.2014).

De igual forma, el país tiene una gran riqueza en especies arbóreas, arbustivas y cactiformes con alto valor nutricional, palatabilidad y potencial para el ramoneo de las cabras.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Este criterio contribuye a la identificación de áreas con pasturas naturales y naturalizadas las cuales de alguna forma son o podrían ser utilizadas como alternativas potenciales o como suplemento a los pastos forrajeros utilizados normalmente en pastoreo, como las áreas que poseen plantas de porte arbóreo, arbustivo y cactiforme de gran importancia para la alimentación del ganado caprino en Colombia.

El criterio, contribuye a discriminar las unidades de mayor concentración y probabilidad de distribución de las diferentes especies de gramíneas forrajeras, y de especies aptas para el ramoneo en el territorio colombiano como potenciales fuentes alternativas de alimento para la implementación de sistemas pecuarios de producción caprina.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

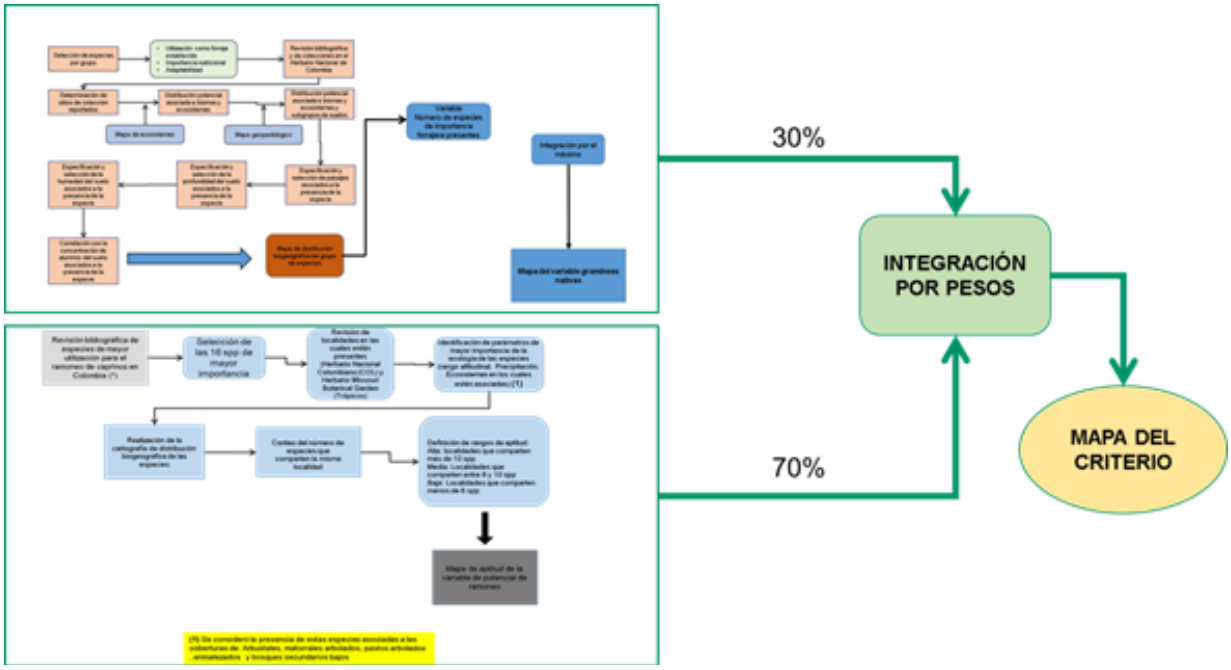
La principal limitante identificada está relacionada con la poca información bibliográfica disponible sobre pastos nativos utilizados como forraje en nuestro país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se construyó a partir de la integración de las dos variables que lo componen: Gramíneas nativas y naturalizadas con potencial forrajero y Especies de potencial de ramoneo y forraje. Cada una de estas variables ha sido previamente cartografiada y clasificada en tres rangos de aptitud de acuerdo con las metodologías explicadas en las fichas de cada variable respectivamente.

A partir de la generación de la cartografía de cada una de las variables, se efectúo su integración asignándole a la variable de forrajeo y ramoneo un peso del 70 % y a la de gramíneas para pastoreo un peso del 30 %. Para la asignación de los pesos de evaluación se partió del precepto de que, dadas las características etológicas de alimentación del ganado caprino, la importancia del ramoneo y forrajeo son de vital importancia y priman sobre el pastoreo. La metodología general puede observarse en la figura 1.

Figura 1. Diagrama metodológico para la evaluación del criterio y variables



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, para la construcción del criterio, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Revisión bibliográfica y revisión de ejemplares de referencia en el Herbario Nacional Colombiano
- Selección de especies de mayor importancia para su uso como forrajes.
- Búsqueda bibliográfica y por referencias de los sitios y datos de colección, se correlaciona la información con aspectos tales como clima, altitud de la distribución de las especies, bioma en la cual se desarrollan y características de los suelos en los cuales se encuentran naturalmente, con el fin de determinar los principales aspectos corológicos de cada una de ellas.
- Generación del mapa de distribución para cada una de las especies seleccionadas.
- Superposición de los mapas de distribución.
- Análisis y conteo de la cantidad de especies que se entrecruzan en sus rangos de distribución
- Revisión bibliográfica y consulta con productores sobre el conocimiento del uso de estas especies en las diferentes regiones del país.
- Correlación de áreas de distribución con el conocimiento tradicional del uso mediante árbol de decisión.

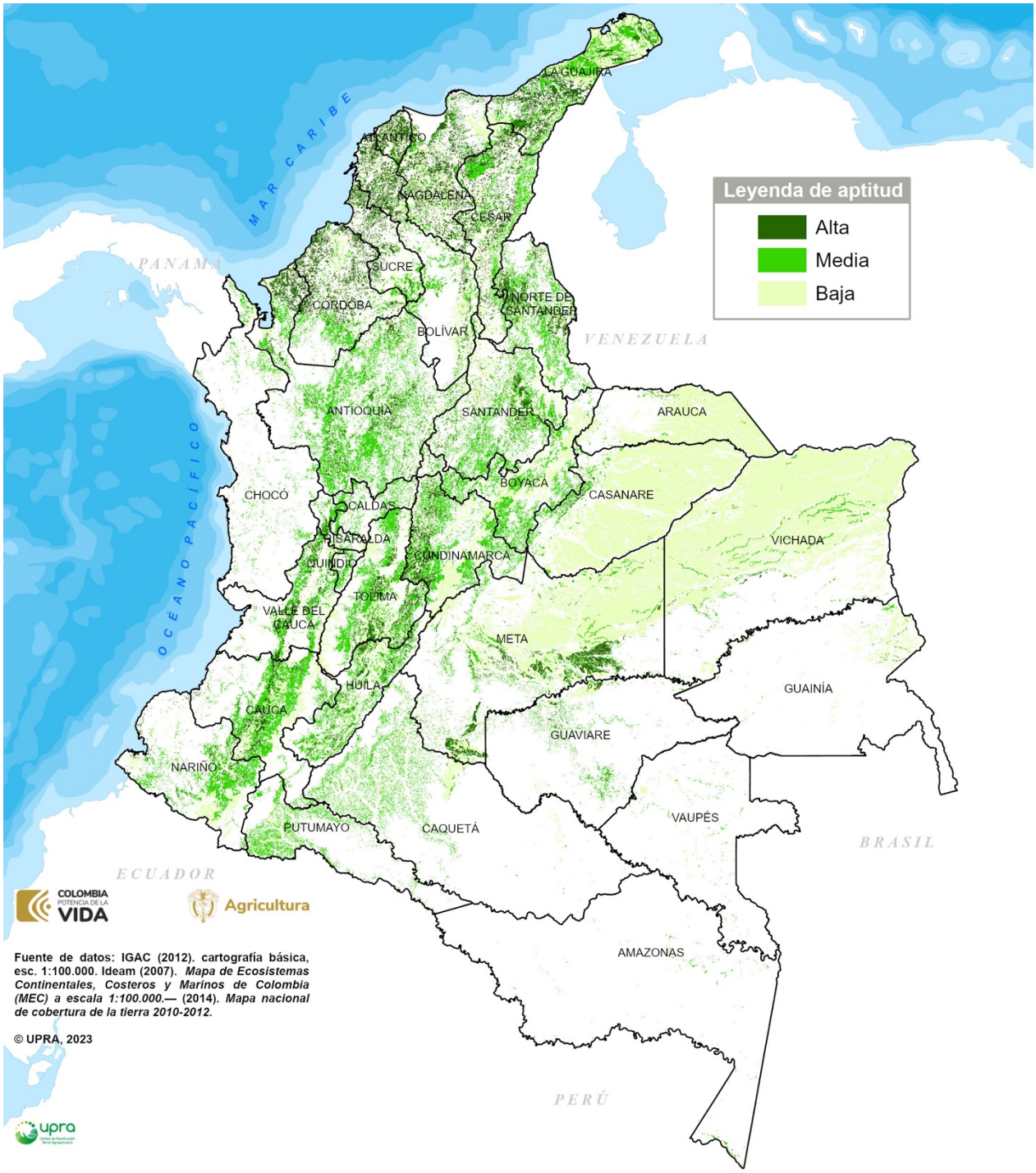
- Generación de los mapas de distribución de cada una de las especies evaluadas con potencial de ramoneo y forrajeo.
- Superposición de los mapas de distribución de las especies de ramoneo y forrajeo.

Integración por pesos entre la cartografía de especies con potencial de forrajeo y ramoneo (70 %) y de especies de alto potencial de pastoreo (30 %).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Gramíneas nativas	Valores normalizados de la productividad primaria neta	Mayor número de especies de importancia forrajera y mayor uso tradicional de los pastos nativos como forrajes (>5 especies)	Número de especies de importancia forrajera promedio y uso tradicional promedio de los pastos nativos como forrajes (3 a 5 especies)	Menor número de especies de importancia forrajera y menor uso tradicional de los pastos nativos como forrajes, áreas con moderada y alta disponibilidad hídrica (<3 especies)	No aplica
Potencial de ramoneo y forraje	Especies	Áreas que comparten la distribución de 10 o más especies	Áreas que comparten la distribución de 5 a 10 especies	Áreas en las cuales se distribuyen menos de 5 especies	No aplica

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA PRODUCCIÓN CAPRINA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Araya, J.; Benavides, J.E.; Arias, R.; Ruiz, A. 1993. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores. (2., 1993, San José, Costa Rica). Memorias. Turrialba, Costa Rica., Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina. p. irr.
- Cañas, G; D, Alonso, 2013. Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares /Diego Giraldo-Cañas. -- Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, 2013. 384 páginas: ilustraciones – (Biblioteca José Jerónimo Triana; no.26)
- CIPAV, 2002. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali. Colombia.
- Herrera, J.; Hernández, A.; Noda, A. 2007. Estudio preliminar de la conducta alimentaria de cabras lecheras en un sistema silvopastoril. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 41, núm. 4, 2007, pp. 329-332. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Missouri Botanical Garden. 2021. http://legacy.tropicos.org/Home.aspx?langid=66
- Niño, D, 2012. Caracterización de la producción de caprinos bajo sistemas silvopastoriles en la vereda la jabonera del municipio de soata – Boyacá. Trabajo de grado como requisito para optar al título de Especialista en Nutrición Animal Sostenible. Universidad Abierta y a Distancia UNAD. Duitama. Colombia
- Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V y Galán, S. (Eds.). 2014. Sabana inundable y ganadería opción productiva de conservación en la Orinoquia. Rednastur, WWF, TNC, y PNN
- Pérez, L. 1998. Comportamiento alimentario y actividades de cabras en pastoreo sobre campo natural. www.capraispana.com/destacados/pastoreou/bibliografia.htm.
- Sossa, P; Lopera, J; Bothía, J; Galindo, A. 2017. Evaluación agronómica de los pastos nativos lambedora Leersia hexandra y guaratara Axonopus purposii en sabanas inundables del municipio de Arauca. En Murgueitio, E; Galindo, A; Lopera J; Bothía, J; Sossa, C. 2017. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables. Editorial CIPAV:
- Universidad Nacional de Colombia, Herbario Nacional Colombiano (COL). 2020. UN. http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/
- Universidad Nacional de Colombia. 2021. http://patrimoniocultural.bogota.unal.edu.co/menu-principal/claustro/colecciones-patrimoniales/herbario-nacional-colombiano.html

2.3.1. Variable gramíneas nativas

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA PRODUCCIÓN CAPRINA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: gramíneas nativas</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: valores normalizados del número de especies de gramíneas con mayor potencial forrajero en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

La variable describe los patrones de distribución natural de un grupo seleccionado de especies de gramíneas nativas y naturalizadas que por su importancia como potencial forrajero pueden servir como alternativas para la producción pecuaria en las principales zonas ganaderas del país. De igual manera, identifica las zonas en las cuales se tiene conocimiento del uso de especies nativas como forrajes y se usan frecuentemente en la caprinocultura.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Esta variable permite realizar una aproximación al conocimiento de la presencia de algunas especies de gramíneas de uso forrajero en el país, las cuales podrían llegar a ser de importancia en la producción ganadera y la importancia cultural del uso de las especies de gramíneas nativas como potenciales alimentos de índole forrajera en sistemas de producción pecuaria, así como la disponibilidad existente para fomentar su uso como alternativas suplementarias a los pastos cultivados.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Esta variable no genera ningún tipo de exclusión (N1).

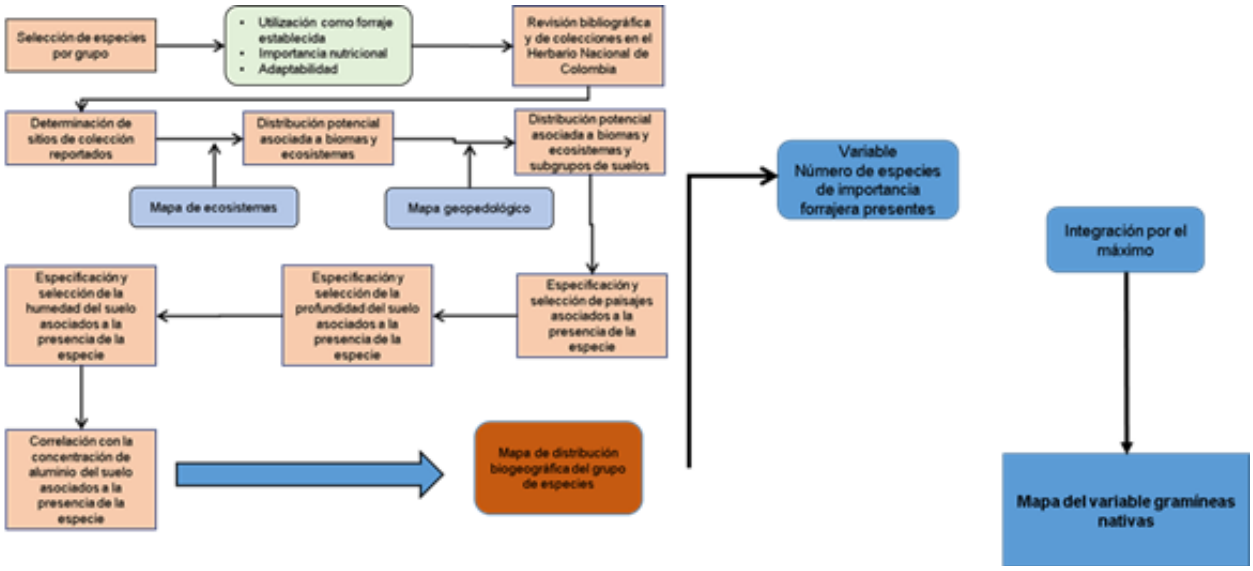
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante identificada está relacionada con la dificultad de georreferenciación precisa de sitios de colección de las especies consideradas pastos nativos utilizados como forraje en nuestro país, ya que la información contenida en los ejemplares de herbario no posee datos de coordenadas, sino están referidos a sitios dentro de un municipio determinado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La metodología empleada para la evaluación de esta variable se observa en la Figura 1.

Figura 1. Método para evaluación de la variable gramíneas nativas.

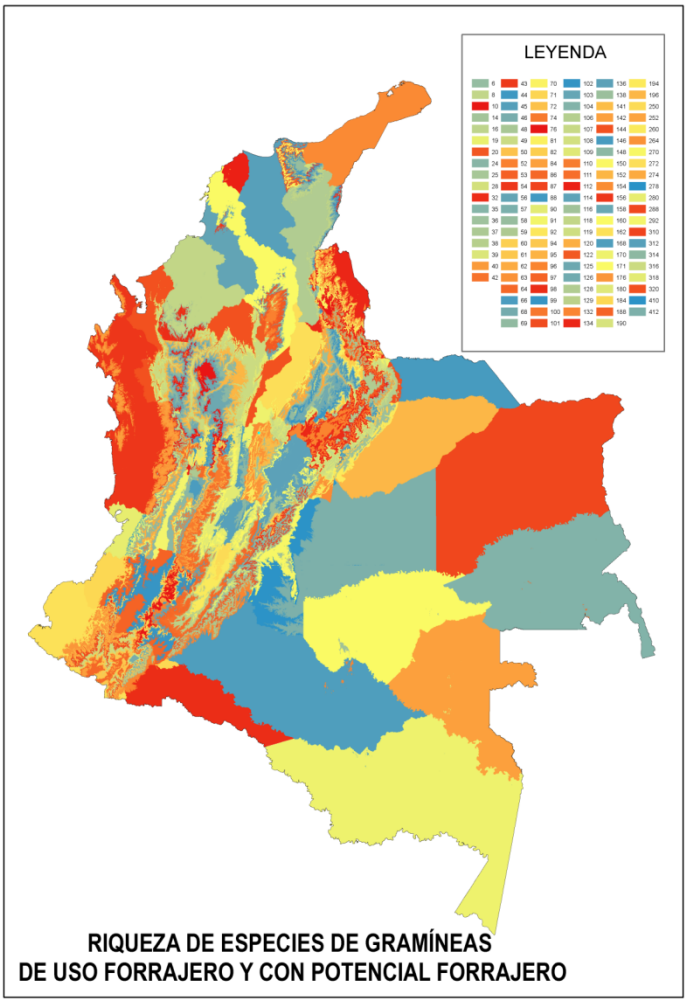


Fuente: elaboración propia.

Para su construcción se partió de una revisión de los ejemplares colectados en el Herbario Nacional Colombiano (COL), del Instituto de Ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL de Colombia, 2020) y en la obra de referencia sobre gramíneas de Colombia desarrollada por Cañas, 2013.

A partir de dicha revisión se realizó un análisis de los principales patrones de distribución de las 63 especies de gramíneas citadas para el país, con uso forrajero figura 2).

Figura 2. Riqueza de especies de gramíneas con potencial forrajero en Colombia



Fuente: elaboración propia

Una vez obtenido un primer mapa de distribución de estas especies mediante revisión de la literatura y por comunicación con productores pecuarios de diversas zonas del país, se realizó la selección de las especies más representativas, siendo éstas:

Gramíneas nativas:

- Pasto Guaratara (*Axonopus purpusii*) (figura 3)
- Pasto Lambedora o Lambe-Lambe (*Leersia hexandra*) (figura 4)
- Pasto Gramalote (*Paspalum fasciculatum*) (figura 5)
- Grama nativa (*Axonopus compresus*) (figura 6)
- Pasto Maciega (*Paspalum virgatum*) (figura 7)
- Pasto Canutillo (*Andropogon lateralis*) (figura 8)

Gramínea introducida naturalizada:

- Pasto Colusuana (*Bothriochloa pertusa*) (Ver ilustración 9)

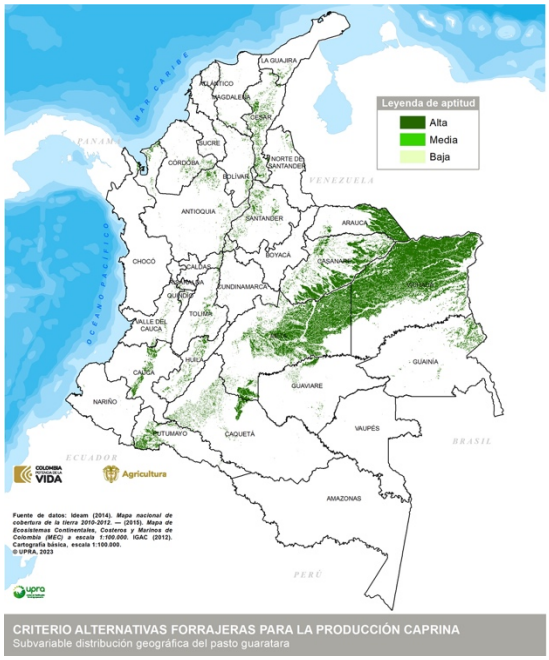
Una vez seleccionadas las especies de mayor importancia, mediante revisión de literatura de los principales factores corológicos que inciden en su distribución (bioma en el cual se encuentra, clima, altitud, tipo de suelos), se procedió a realizar para cada una de las especies el mapa de distribución, correlacionando la cartografía existente del mapa de ecosistemas de Colombia (IDEAM, 2015), utilizando de este la información de biomas, clima y la geopedología que contiene como atributos y los puntos de colección una vez georreferenciados o ubicados por aproximación al lugar reportado de colección.

Posteriormente, se procedió a realizar una superposición (unión cartográfica de los mapas de distribución de las 7 especies seleccionadas (Ver figura 10) y posteriormente se realizó el conteo de cuántas de ellas comparten el mismo sitio. Con dicha información se procedió a generar el mapa de aptitud de la variable a partir de la clasificación mostrada en la tabla 1. Según la información bibliográfica, se desarrolla a partir de la identificación realizada por algunos autores y expertos en agrostología del país sobre el conocimiento y uso de especies de gramíneas forrajeras.

Giraldo-Cañas (2013) identifica para Colombia cerca de 63 especies de pastos con este tipo de uso, por su parte, Sossa, et al. (2017) y Galindo, et al., (2017) identifican la importancia que tienen las pasturas nativas para el sostenimiento de la ganadería en las sabanas del Arauca, y Peñuela, et.al.2014; Huertas, 2014; Ocampo y Peñuela 2014, por su parte analizan la importancia de dichas gramíneas para el fortalecimiento y manejo sostenible de la ganadería en el Departamento del Casanare y norte del Meta.

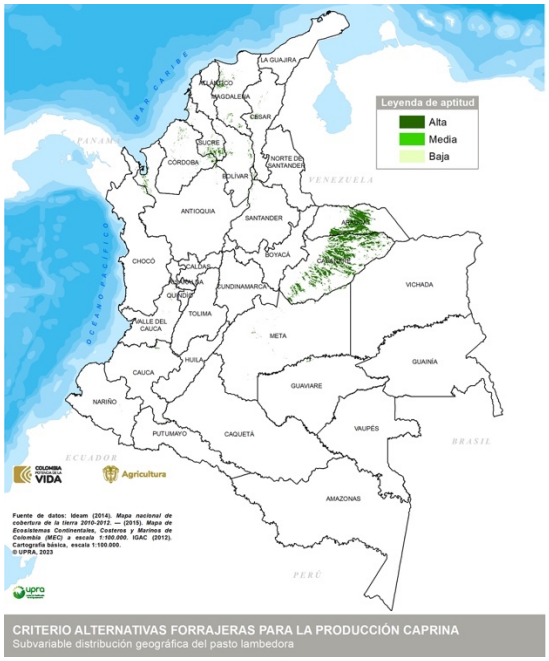
A partir de esta información y otra suministrada por productores de varios departamentos del país, se desarrolló el mapa de la variable.

Figura 3. Distribución biogeográfica del pasto guaratara



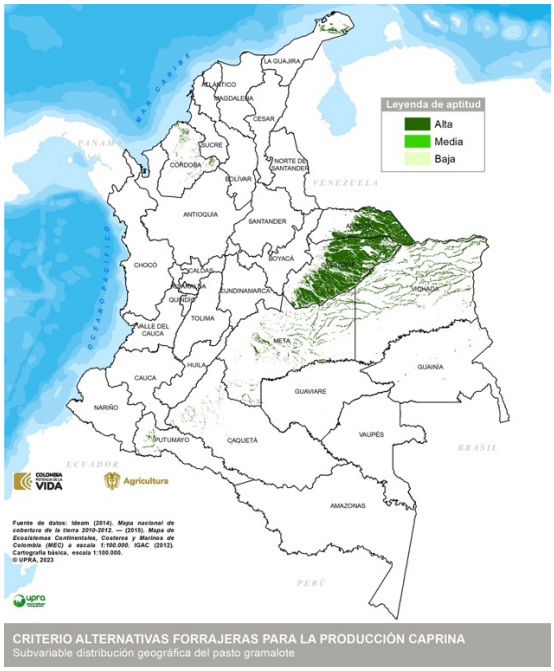
Fuente: elaboración propia

Figura 4. Distribución biogeográfica del pasto lambedora



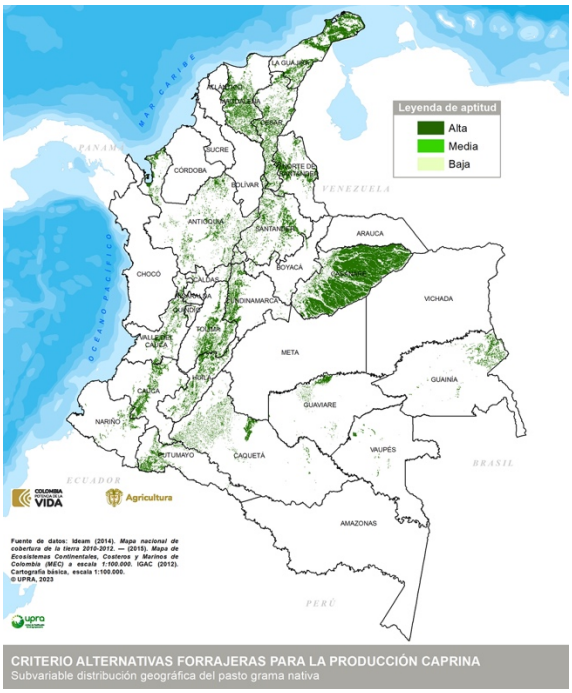
Fuente: elaboración propia

Figura 5. Distribución biogeográfica del pasto gramalote



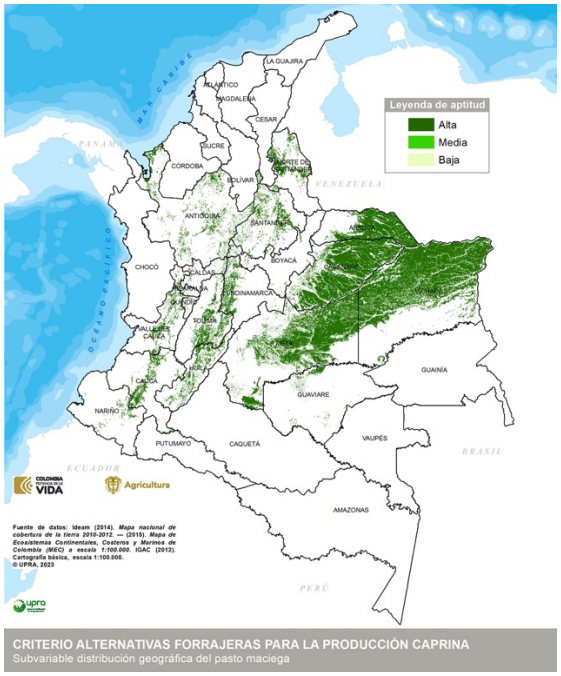
Fuente: elaboración propia

Figura 6. Distribución biogeográfica de la grama nativa



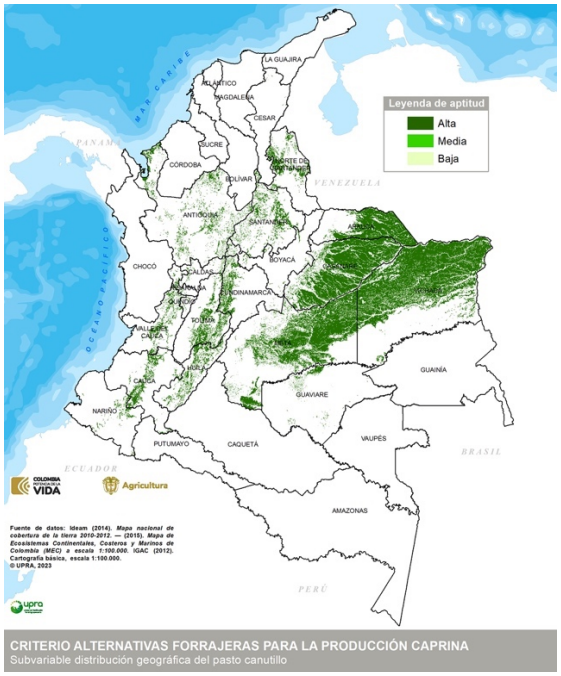
Fuente: elaboración propia

Figura 7. Distribución biogeográfica del pasto maciega



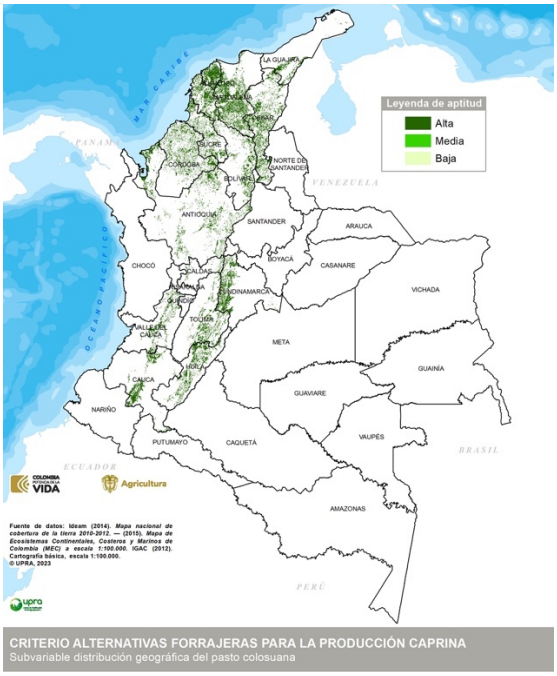
Fuente: elaboración propia

Figura 8. Distribución biogeográfica del pasto canutillo



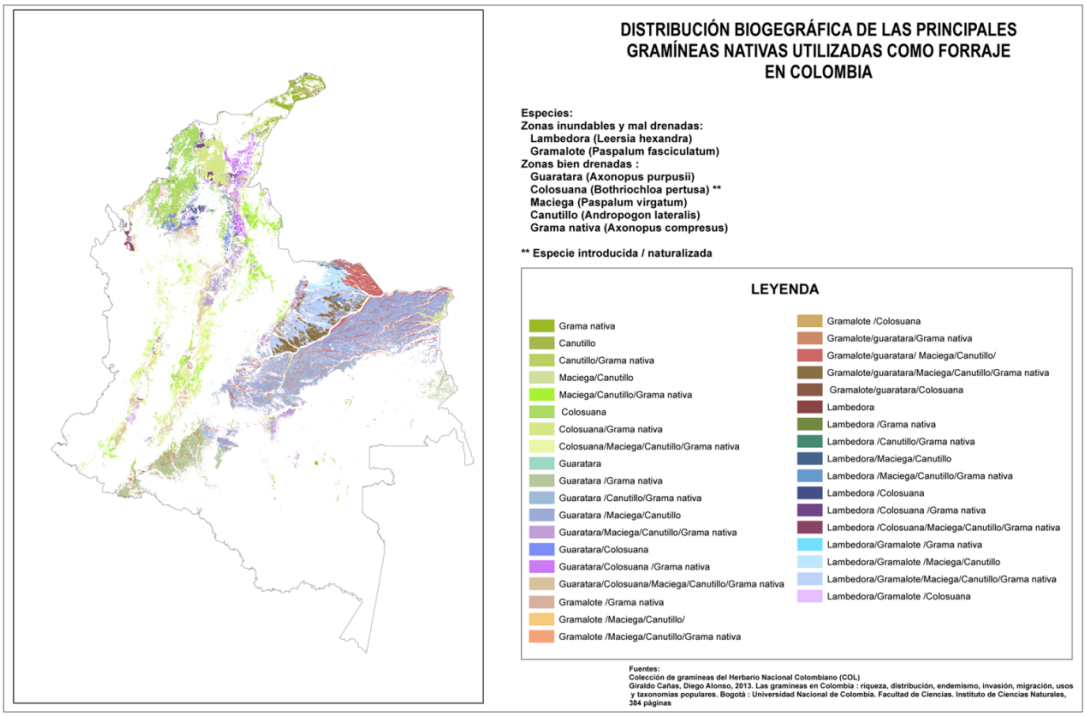
Fuente: elaboración propia

Figura 9. Distribución biogeográfica del pasto colosuana



Fuente: elaboración propia

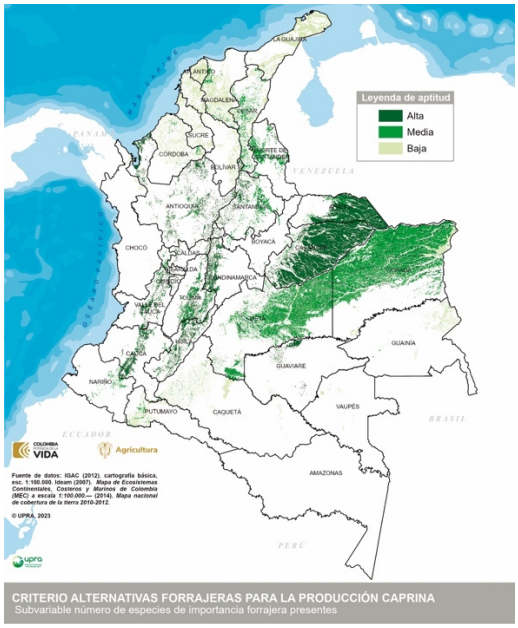
Figura 10. Distribución biogeográfica de las principales especies nativas de gramíneas de uso forrajero



Fuente: elaboración propia

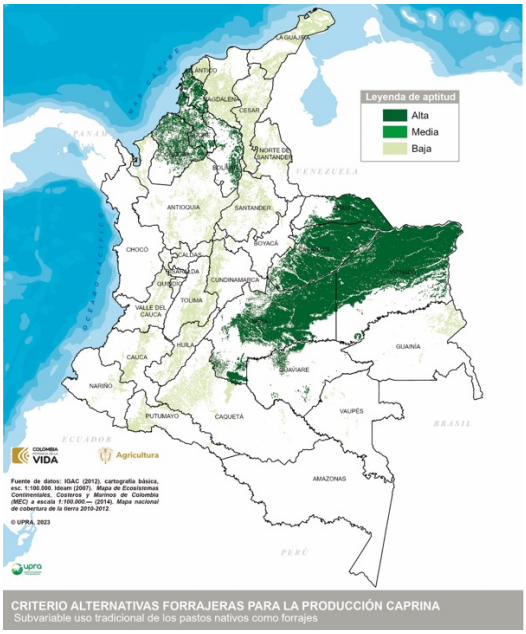
Las figuras 11 y 12, muestran tanto la distribución biogeográfica de las especies (figura 11) y la importancia cultural de conocimiento y uso de dichas especies como forrajes.

Figura 11. Distribución biogeográfica de las especies de importancia evaluadas



Fuente: elaboración propia

Figura 12. Uso tradicional de los pastos nativos como forrajes



Fuente: elaboración propia

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de aptitud, varía de acuerdo al número de especies que comparten su misma distribución geográfica. De esta forma, se establece una relación directamente proporcional entre la aptitud y la cantidad de especies por un área determinada.

Rangos de aptitud para la variable

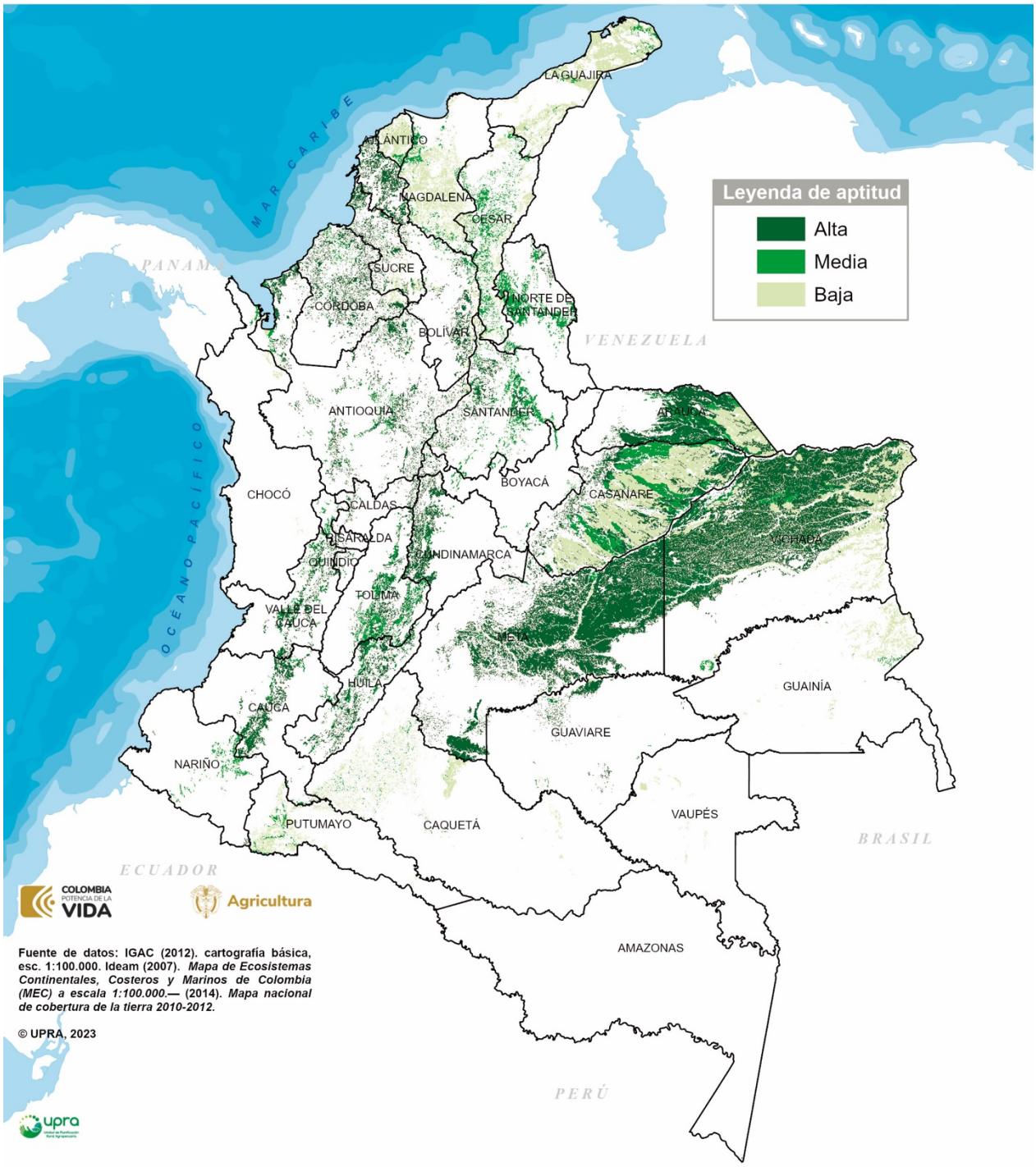
	Unidad de medida	Descripción de las categorías de aptitud			
		A1	A2	A3	No apta
Número de especies de importancia forrajera presentes	Valores normalizados del número de especies de gramíneas con mayor potencial forrajero en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos	Áreas que comparten la distribución de 5 o más especies	Áreas que comparten la distribución de 3 a 5 especies	Áreas en las cuales se distribuyen menos de 3 especies	No aplica
Uso tradicional de los pastos nativos como forrajes	Categorías cualitativas de uso de especies nativas como forraje	Áreas reportadas con uso conocido y frecuente de pastos nativos como forraje	Áreas en las cuales el uso de pastos nativos como forraje es conocido, pero es poco frecuente su uso en actividades pecuarias	Áreas en las cuales existen las gramíneas naturales con potencial forrajero, pero no se conoce su uso ni utilización	No aplica

Adicionalmente partiendo del mapa de la subvariable disponibilidad hídrica del criterio de apropiación y acceso al agua, para la cadena de caprinos, se dejaron en aptitud baja (A3) aquellas áreas que coincidían con la aptitud alta y media de esta subvariable, y se dejaron en aptitud media, las áreas que coincidían con aptitud baja de esta disponibilidad hídrica.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas que comparten las especies de gramíneas con potencial forrajero

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA PRODUCCIÓN CAPRINA
Variable gramíneas nativas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cañas, G; D, Alonso, 2013. Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares /Diego Giraldo-Cañas. -- Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, 2013. 384 páginas: ilustraciones – (Biblioteca José Jerónimo Triana; no.26)
- Galindo, A; Bothía, J; Cardoza, A; Rubio; P; Alfonso, J; Rubio, R; Neme, L. 2017. Sistemas de reconversión ganadera desarrollados en sabanas inundables del municipio de Arauca. En: sabanas inundables del municipio de Arauca. En Murgueitio, E; Galindo, A; Lopera J; Bothía, J; Sossa, C. 2017. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables. Editorial CIPAV:
- Huertas, H. 2014. Relación de complementariedad sabana inundable y ganadería. En: Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V y Galán, S. (Eds). 2014. Sabana inundable y ganadería opción productiva de conservación en la Orinoquia. Rednastur, WWF, TNC, y PNN
- Ocampo, A y L, Peñuela. 2014. Enfoque sistémico base fundamental para la productividad de la ganadería de cría en sabana inundable. En: Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V y Galán, S. (Eds). 2014. Sabana inundable y ganadería opción productiva de conservación en la Orinoquia. Rednastur, WWF, TNC, y PNN
- Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V y Galán, S. (Eds). 2014. Sabana inundable y ganadería opción productiva de conservación en la Orinoquia. Rednastur, WWF, TNC, y PNN
- Sossa, P; Lopera, J; Bothía, J; Galindo, A. 2017. Evaluación agronómica de los pastos nativos lambedora *Leersia hexandra* y guaratara *Axonopus purposii* en sabanas inundables del municipio de Arauca. En Murgueitio, E; Galindo, A; Lopera J; Bothía, J; Sossa, C. 2017. *Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables*. Editorial CIPAV.

2.3.2. Variable potencial de ramoneo y forraje

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA PRODUCCIÓN CAPRINA		
VARIABLE: potencial de ramoneo y forraje	**Unidad de medida:** valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero y de ramoneo en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

El ramoneo es una forma de alimentación en que un herbívoro se alimenta de hojas, brotes tiernos o frutos de plantas de alto crecimiento, generalmente leñosas, como los arbustos y árboles. Esto contrasta con el pastoreo, generalmente asociado con animales que se alimentan de pasto, hierbas cespitosas u otras vegetaciones inferiores. La variable describe los patrones de distribución natural de un grupo seleccionado de especies arbóreas, arbustivas y cactiformes nativas, las cuales por su importancia como potencial alimenticio pueden servir como alternativas para la producción caprina en el país.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Las cabras tienen un comportamiento ingestivo similar al de ovejas, sin embargo, poseen hocico largo y estrecho con boca pequeña labios superiores móviles y lengua prensil que otorga gran habilidad permitiendo el ramoneo de hojas pequeñas e incluso especies espinosas (Pérez, 1998).

Las especies que permiten ofertar le ramoneo necesario para garantizar la etología nutricional de los caprinos incluye los tipos vegetativos compuestos por gramíneas con hojas anchas y cortas, horizontales, rastreras y decumbentes, especies perennes (asociados a la acumulación de órganos secos o lignificados) y anuales (plantas que completan su actividad en el período de 9 o 10 meses desde la germinación hasta la madurez con escasa lignificación y alta capacidad, arbustos (perennes de ramas leñosas de alto porte y con tronco en forma de árbol) y subarbustos (herbáceas de base leñosa hasta altura de 25 cm) y en zonas secas también herbáceas de tipo cactiforme (Rosengurtt, 1979).

Esta variable permite realizar una aproximación al conocimiento de la presencia de algunas de potencial para el ramoneo y forrajeo para la producción caprina en el país, las cuales podrían llegar a ser de importancia en la producción ganadera aumentando la disponibilidad existente, lo cual permite fomentar su uso como alternativas suplementarias a los pastos cultivados.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Esta variable no genera ningún tipo de exclusión. Los rangos de aptitud para la presente variable.

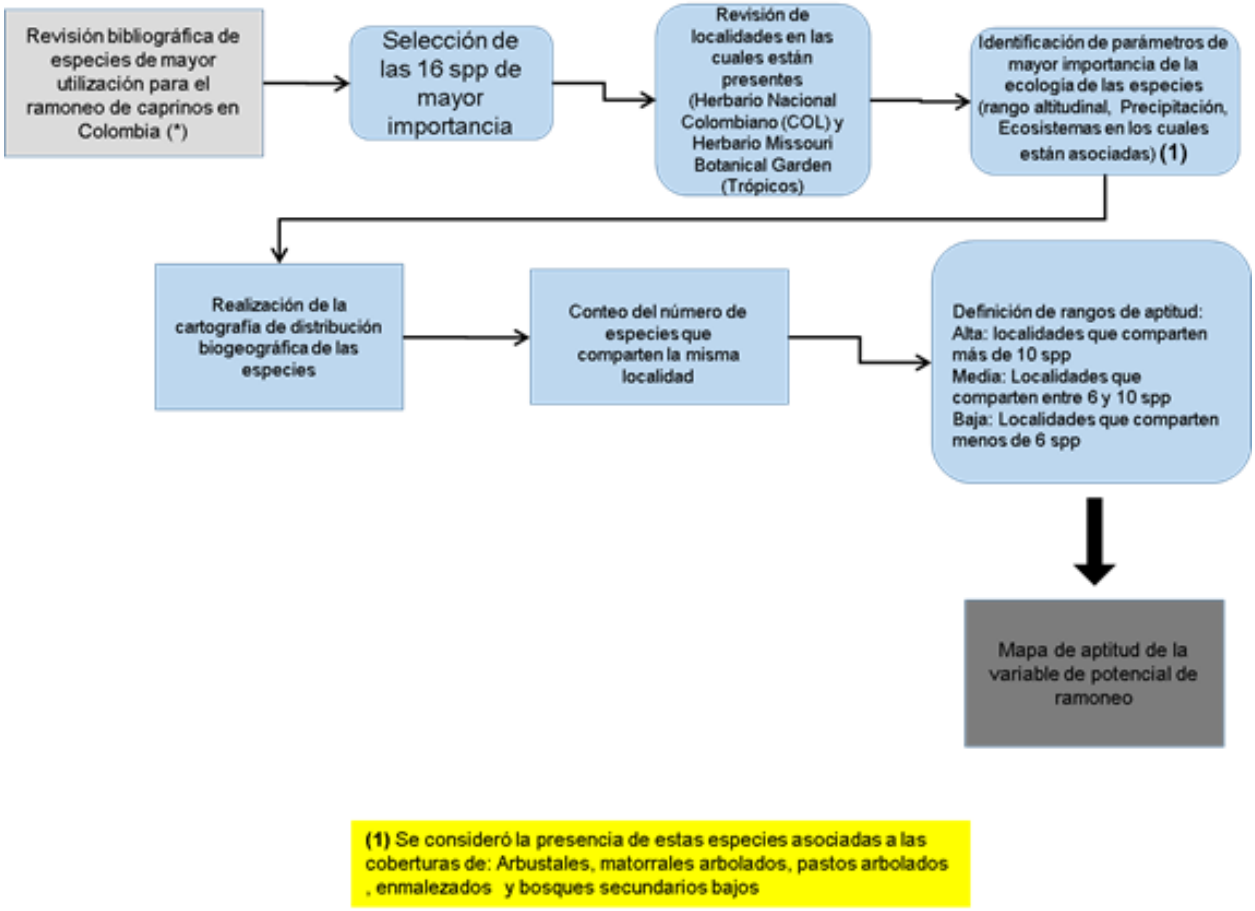
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante identificada está relacionada con la dificultad de georreferenciación precisa de sitios de colección de las especies consideradas de las especies nativas evaluadas de importancia para el ramoneo y forrajeo en nuestro país, ya que la información contenida en los ejemplares de herbario no posee datos de coordenadas, sino están referidos a sitios dentro de un municipio determinado

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La metodología empleada para la evaluación de esta variable se observa en la figura 1.

Figura 1. Método para la evaluación de la variable



(Fuente: elaboración propia)

Para el desarrollo de la variable, se realizó la selección de las especies más representativas, según lo mencionado por Gómez, et al, 2002; Araya, 1993; Niño, 2012; Herrera, et al, 2007 y CIPAV, 2002. A partir de dicha revisión se realizó un análisis de los principales patrones de distribución de las 16 especies de árboles, arbustos hierbas y cactus, citadas para el país con mayor potencial para el uso forrajero y de ramoneo de caprinos (Figura 2).

Figura 2. Especies priorizadas con potencial de ramoneo y forrajeo

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	HÁBITO	ALTITUD	RANGO PRECIPITACIÓN
Acanthaceae	*Thricantherera gigantea*	Cajeto, Nacedero, Quiebrabarrigo	Árbol	0-2000	600-8000
Ulmaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guásimo	Árbol	0-1000	500-2000
Betulaceae	*Alnus acuminata*	Aliso	Árbol	2000-3200	1000-3000
Anacardiaceae	*Spondias mombin*	Hobo, Jobo	Árbol	0-1000	500-2500
Fabaceae	*Gliricidia sepium*	Matarratón	Arbusto	0-2000	800-2300
Fabaceae	*Eritrina fusca*	Chambul, Pisarro	Arbusto	0-1600	1000-5000
Fabaceae	*Eritrina poepigiana*	Cámbulo, Cahimbo	Árbol	600-1400	1000-2500
Fabaceae	*Eritrina edulis*	Chachafruto, Balú	Arbusto	1500-2800	1800-2600
Fabaceae	*Phitecolobium dulcell*	Gallinero,Tolinchi	Árbol	0-1000	80-1500
Fabaceae	*Xilosma speculiferum*	Espino	Arbusto	0-1000	80-1500
Fabaceae	*Capparis odoratissima*	Olivo	Árbol	0-1000	80-1500
Fabaceae	*Acasia farnessiana*	Aromo	Árbol	0-1000	80-1500
Papilionaceae	*Prosopis juliflora*	Trupillo, Cují	Árbol	0-1000	80-1500
Cactaceae	*Opuntia spp*	Cactus	Cactus	0-3000	80-1500
Cactaceae	*Stenocereus spp*	Cardón	Cactus	0-1000	80-1500
Compositae	*Thitonia diversiflora*	Botón de oro	Hierba	0-2500	80-5000

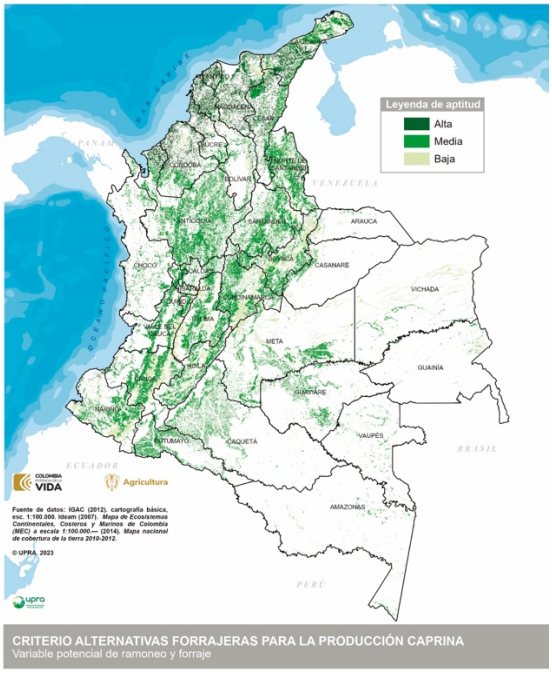
(Fuente: elaboración propia)

Una vez seleccionadas las especies de mayor importancia, mediante revisión de literatura de los principales factores corológicos que inciden en su distribución (bioma en el cual se encuentra, clima, altitud, tipo de suelos), se procedió a realizar para cada una de las especies el mapa de distribución, correlacionando la cartografía existente del mapa de ecosistemas de Colombia (IDEAM, 2015), utilizando de este la información de biomas, clima y la geopedología que contiene como atributos y los puntos de colección una vez georreferenciados o ubicados por aproximación al lugar reportado de colección. Con los datos de colección (localidad) se realizó el mapa de distribución de estas especies, estos se confrontaron mediante revisión de la literatura y por comunicación con productores pecuarios de diversas zonas del país.

Para su construcción se partió de la revisión de los ejemplares de las 16 especies seleccionadas, que se encuentran en las colecciones del Herbario Nacional Colombiano (COL) del Instituto de Ciencias naturales de la Universidad Nacional de Colombia (U. Nal. de Colombia, 2020), y de la base de datos del herbario del Jardín Botánico de Missouri (TROPICOS).

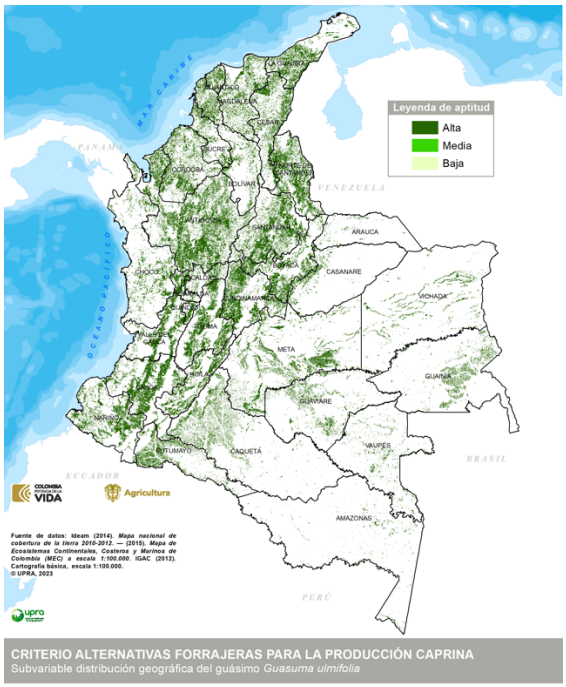
Posteriormente, se procedió a realizar una superposición (unión cartográfica de los mapas de distribución de las 16 especies seleccionadas (Ver figuras 3 a la 18) y posteriormente se realizó el conteo de cuántas de ellas comparten el mismo sitio. Con dicha información se procedió a generar el mapa de aptitud de la variable a partir de la clasificación mostrada en la tabla 1.

Figura 3. Distribución biogeográfica del cajeto, quiebrabarrigo nacedero (*Thricontera gigantea)*



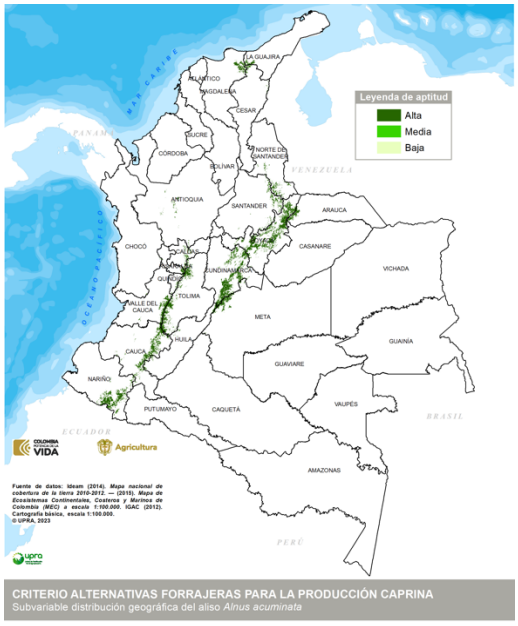
Fuente: elaboración propia

Figura 4. Distribución biogeográfica del guásimo (*Guasuma ulmifolia)*



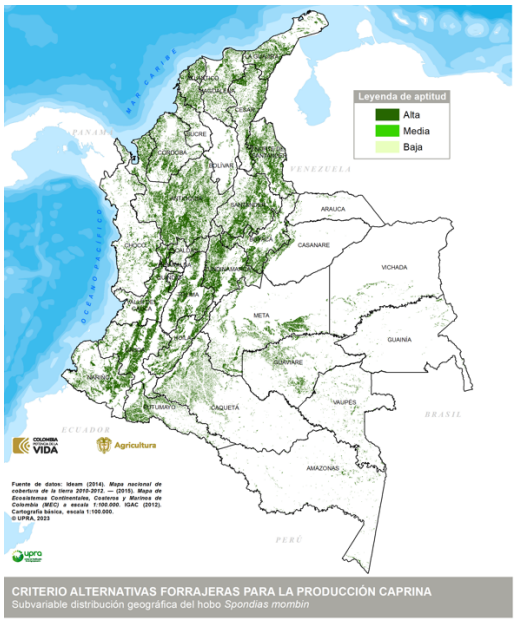
(Fuente: elaboración propia)

Figura 5. Distribución biogeográfica del aliso (*Alnus acuminata)*



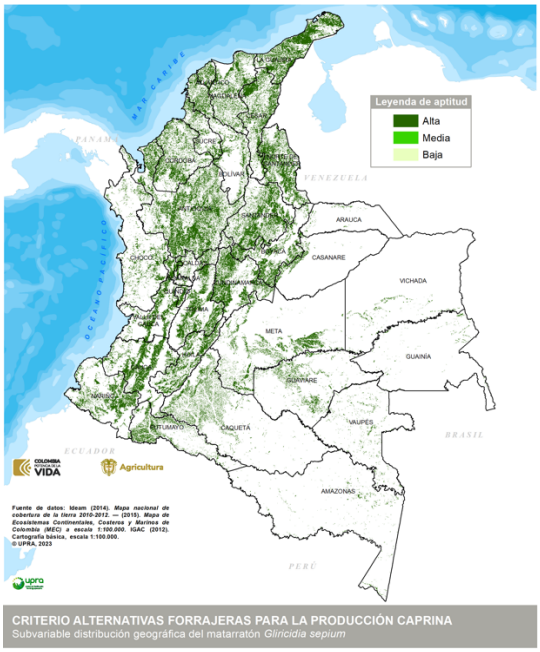
(Fuente: elaboración propia)

Figura 6. Distribución biogeográfica del hobo (*Spondias mombin)*



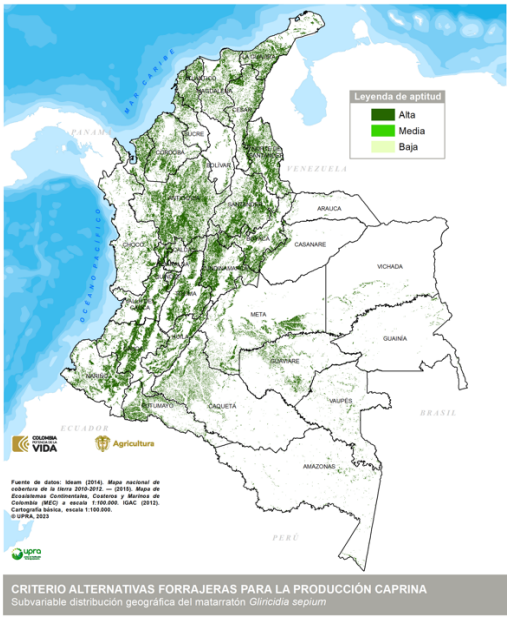
(Fuente: elaboración propia)

Figura 7. Distribución biogeográfica del matarratón (*Gliricidia sepium)*



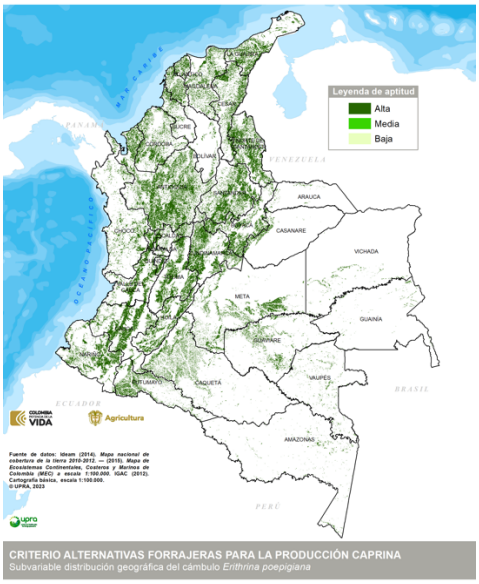
(Fuente: elaboración propia)

Figura 8. Distribución biogeográfica del chambúl o pizarro (*Erithrina fusca)*



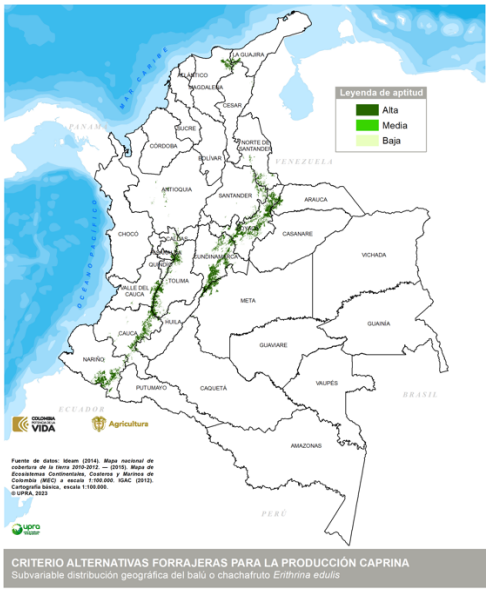
(Fuente: elaboración propia)

Figura 9. Distribución biogeográfica del cámbulo (*Erithrina poepigiana)*



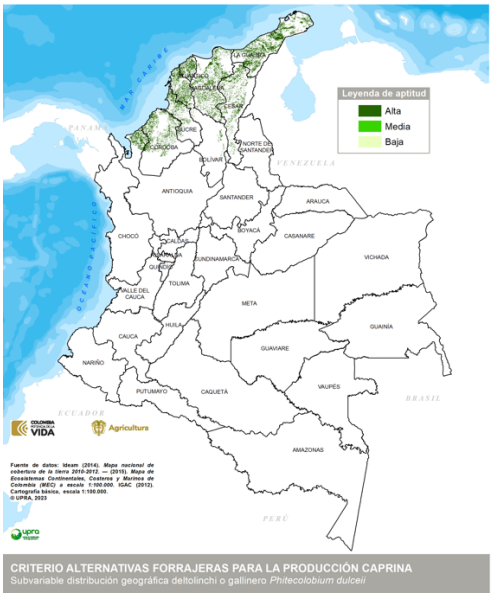
(Fuente: elaboración propia)

Figura 10. Distribución biogeográfica del balú o chachafruto (*Erithrina edulis)*



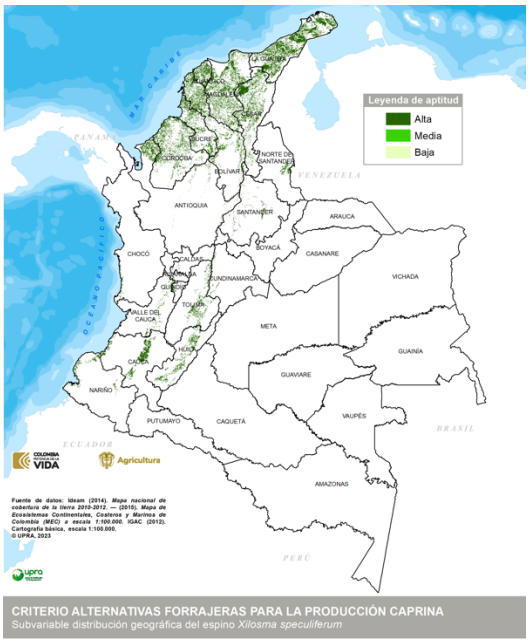
(Fuente: elaboración propia)

Figura 11. Distribución biogeográfica del tolinchi o gallinero (*Phitecolobium dulceii)*



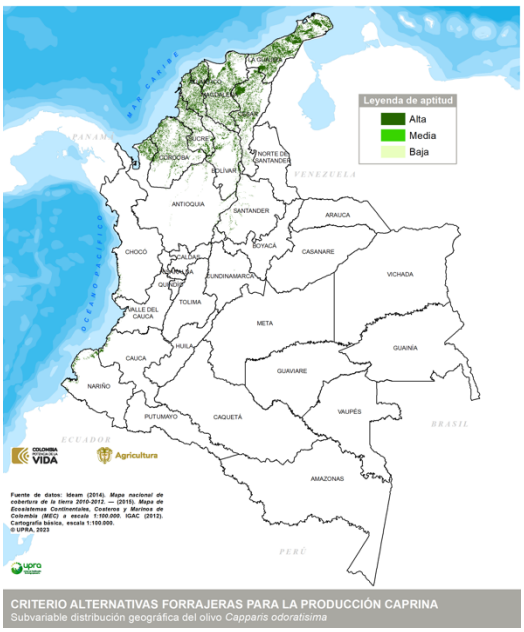
(Fuente: elaboración propia)

Figura 12. Distribución biogeográfica del espino (*Xilosma speculiferum)*



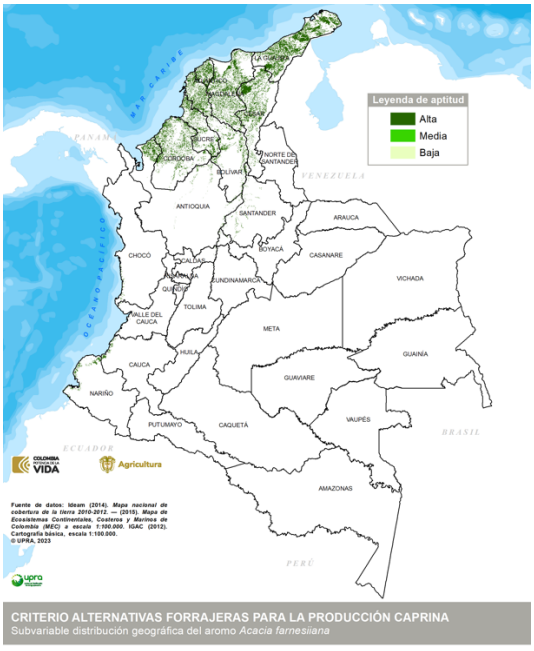
(Fuente: elaboración propia)

Figura 13. Distribución biogeográfica del olivo (*Capparis odoratisima)*



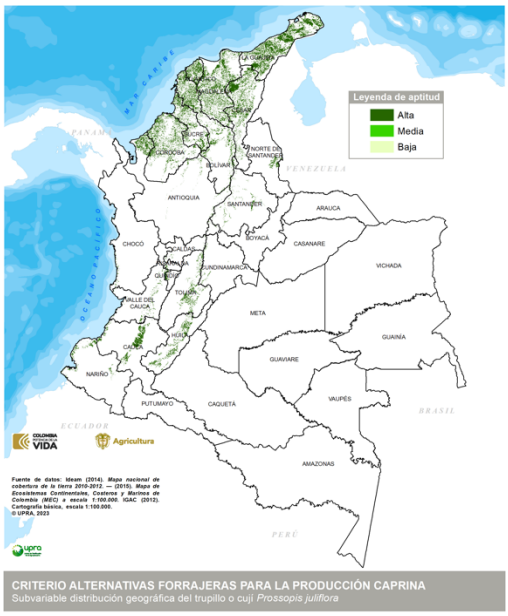
(Fuente: elaboración propia)

Figura 14. Distribución biogeográfica del aromo *(Acacia farnesiiana)*



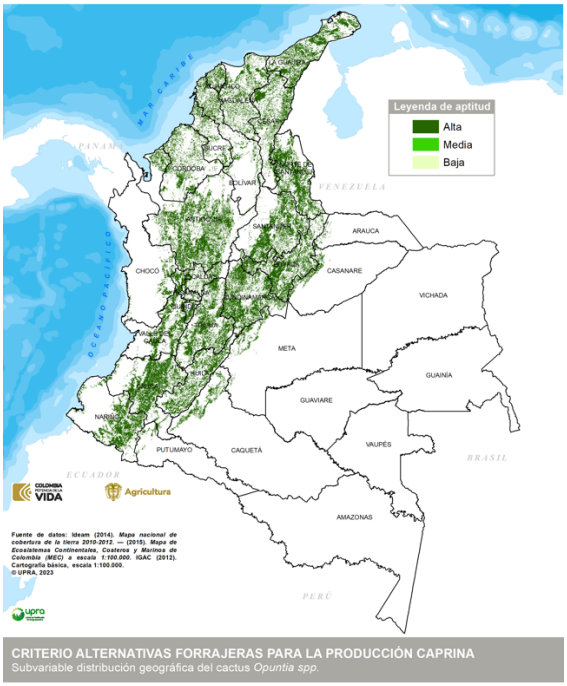
(Fuente: elaboración propia)

Figura 15. Distribución biogeográfica del trupillo o cují (*Prossopis juliflora)*



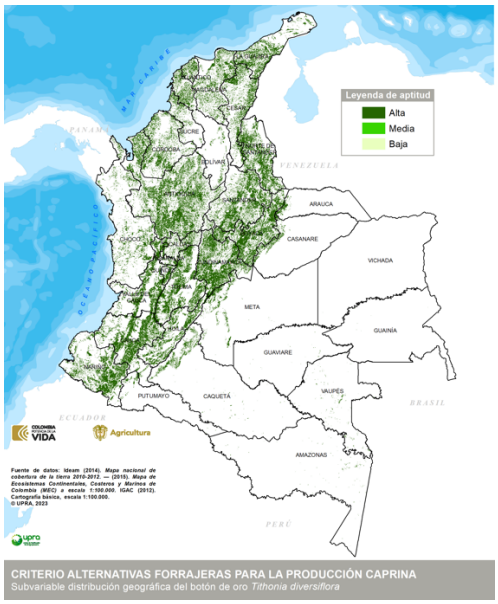
(Fuente: elaboración propia)

Figura 16. Distribución biogeográfica del cactus (*Opuntia* spp.)



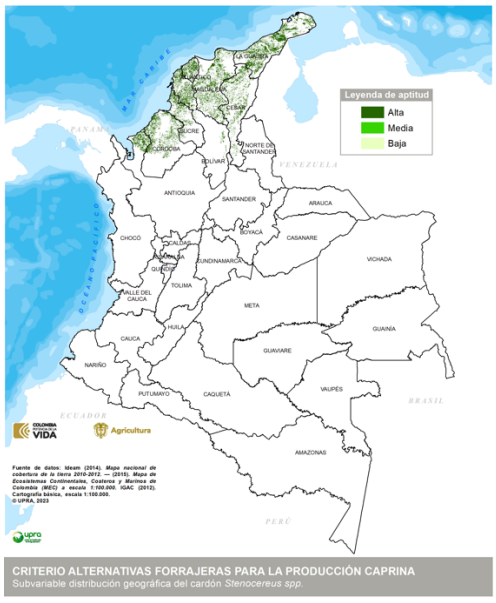
(Fuente: elaboración propia)

Figura17. Distribución biogeográfica del botón de oro (*Tithonia diversiflora)*



(Fuente: elaboración propia)

Figura 18. Distribución biogeográfica del cardón (*Stenocereus* spp.)



(Fuente: elaboración propia)

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de aptitud, varía de acuerdo al número de especies que comparten su misma distribución geográfica. De esta forma, se establece una relación directamente proporcional entre la aptitud y la cantidad de especies por un área determinada.

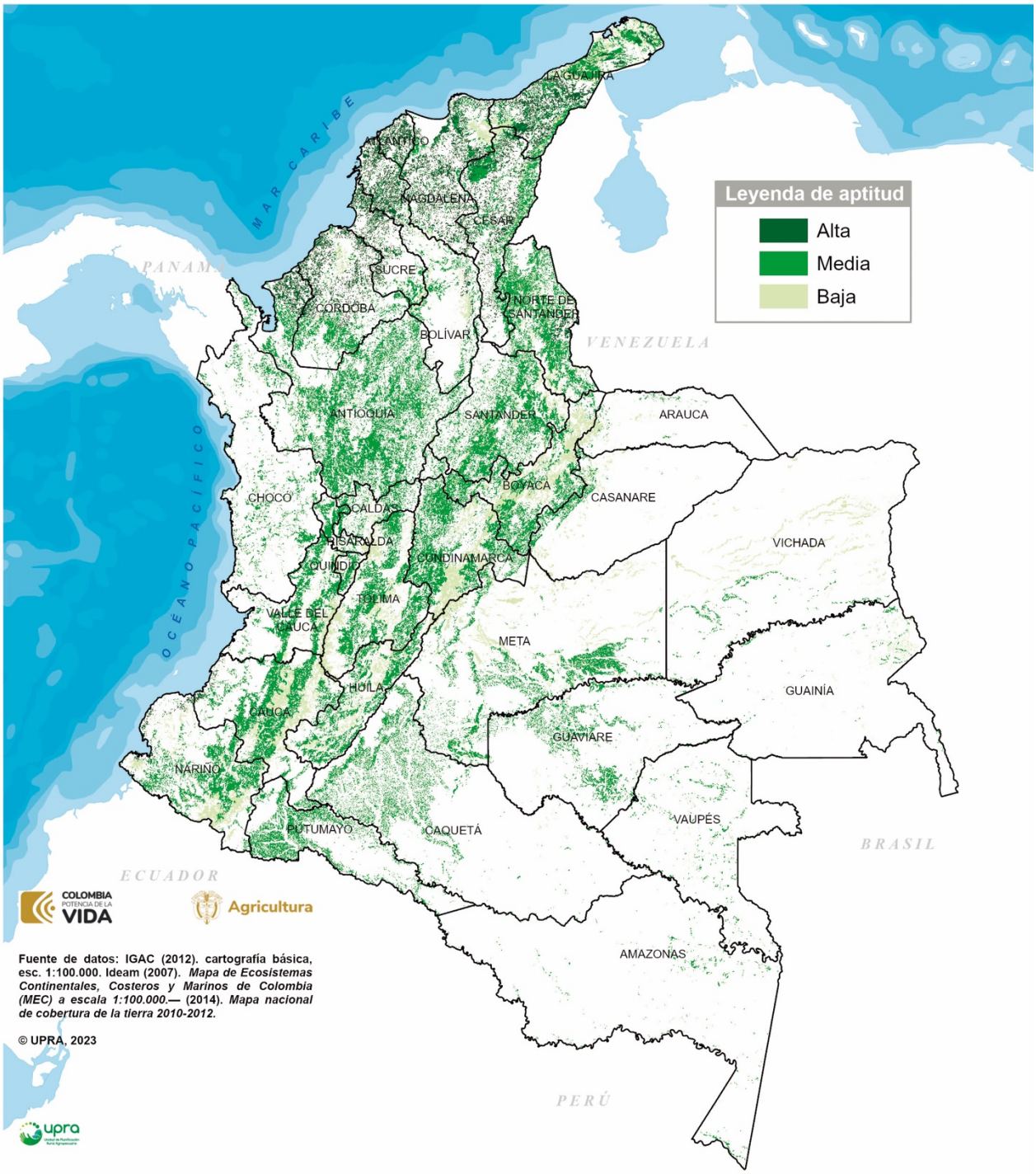
Rangos de aptitud para la variable

Unidad de medida	Descripción de las categorías de aptitud			
	A1	A2	A3	No apta
Valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero y de ramoneo en Colombia, basado en su distribución biogeográfica o patrones corológicos	Áreas que comparten la distribución de 10 o más especies	Áreas que comparten la distribución de 5 a 10 especies	Áreas en las cuales se distribuyen menos de 5 especies	No aplica

UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas que comparten las especies con potencial de ramoneo y forrajeo

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA PRODUCCIÓN CAPRINA
Variable potencial de ramoneo y forraje

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ARAYA, J.; BENAVIDES, J.E.; ARIAS, R.; RUIZ, A. 1993. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores. (2., 1993, San José, Costa Rica). Memorias. Turrialba, Costa Rica., Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina. p. irr.
- CIPAV, 2002. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. Cali. Colombia.
- Herrera, J.; Hernández, A.; Noda, A. 2007. Estudio preliminar de la conducta alimentaria de cabras lecheras en un sistema silvopastoril. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 41, núm. 4, 2007, pp. 329-332. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Missouri Botanical Garden. 2021. http://legacy.tropicos.org/Home.aspx?langid=66
- NIÑO, D, 2012. Caracterización de la producción de caprinos bajo sistemas silvopastoriles en la vereda la jabonera del municipio de Soatá-Boyacá. Trabajo de grado como requisito para optar al título de Especialista en Nutrición Animal Sostenible. Universidad Abierta y a Distancia UNAD. Duitama. Colombia
- Pérez, L. 1998. Comportamiento alimentario y actividades de cabras en pastoreo sobre campo natural. www.capraispana.com/destacados/pastoreou/bibliografia.htm.

Universidad Nacional de Colombia. 2021. http://patrimoniocultural.bogota.unal.edu.co/menu-principal/claustro/colecciones-patrimoniales/herbario-nacional-colombiano.html

2.4. Criterio estatus ecológico de las pasturas

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><th colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</th></tr>
<tr><th colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS</th></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Vigor, expresado en valores normalizados de la productividad primaria neta (t/ha/año).
• Potencial de invasibilidad, expresado por valores normalizados de la probabilidad de invasibilidad.
• Amenaza por incendios de la cobertura vegetal, expresada por categorías de amenaza total.</td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Capacidad de las pasturas para soportar y mantener su capital natural sin degradarse, ante alteraciones externas y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada, como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Refleja la capacidad para amortiguar situaciones de alteración y la sostenibilidad del territorio. Está en relación directa con el mantenimiento de la capacidad productiva de los sistemas agropecuarios que conforman la matriz rural.

Este criterio contribuye a la identificación de áreas con pasturas que, debido a diferentes circunstancias, han perdido en algún grado su funcionalidad y capacidad productiva, brindando de esta forma herramientas que permiten determinar zonas que no son capaces de soportar la actividad ganadera, además de que el desarrollo intensivo de la actividad favorecerá el deterioro productivo y funcional de esas pasturas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La principal limitante identificada está relacionada con la escala de los insumos empleados para la construcción del criterio, como es el mapa de Amenaza total de incendios de la cobertura

vegetal, cuya escala salida es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y a su vez, resta exactitud. Adicionalmente, se considera como limitante la resolución espacial y la temporalidad de las imágenes MODIS empleadas para generar el mapa de vigor.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se construyó a partir de la integración de las tres variables que lo componen: vigor, potencial de invasibilidad y amenaza por incendios de la cobertura vegetal. Cada una de estas variables, ha sido previamente cartografiada y clasificada en tres rangos de aptitud de acuerdo con las metodologías explicadas en las fichas de cada variable respectivamente: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Para la construcción del criterio, se realizó la integración de las variables, mediante la suma ponderada de sus valores de aptitud, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$EE = \alpha V + \beta PI + yAI$$

En la que $\alpha, \beta\ y\ \gamma$ representan los coeficientes o factores de ponderación de la aptitud de las tres variables, los cuales se determinan mediante el criterio de experto.

Para este proceso, los valores respectivamente son:

$\alpha = 0{,}7$

$\beta = 0{,}2$

$\gamma = 0{,}1$

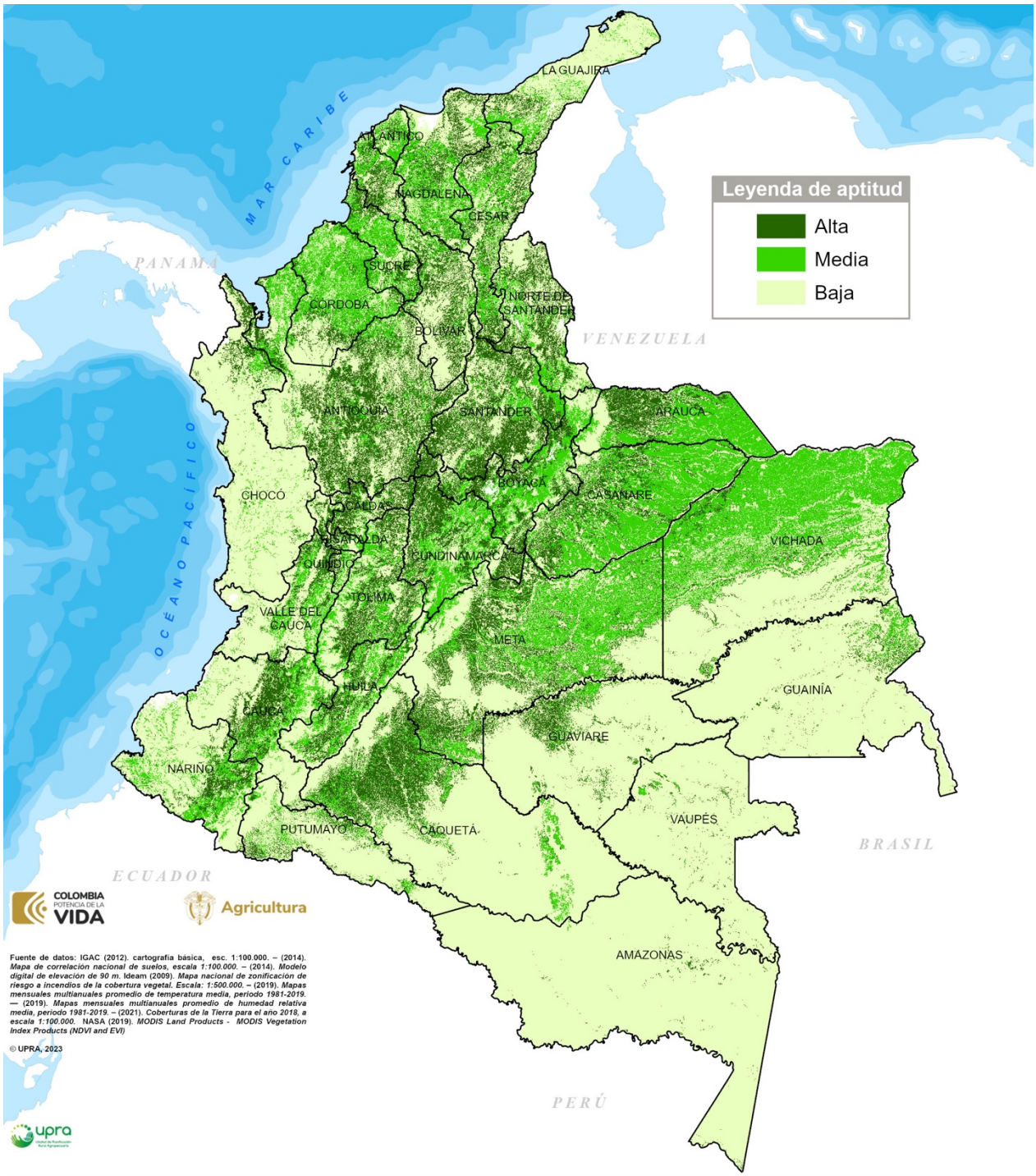
Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se presentan en la siguiente tabla:

Criterio	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Estatus ecológico de las pasturas	Pasturas con alta capacidad para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable (3 – 2,23)	Pasturas con capacidad moderada para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable (1,6 -2,23)	Pasturas con baja capacidad para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable (1,6 -1)	No aplica

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Vigor	Valores normalizados de la productividad primaria neta. t/ha/año	Áreas con pasturas de alta productividad >41,2	Áreas con pasturas de productividad moderada 36,7 – 41,2	Áreas con pasturas de baja productividad <36,.7	No aplica
Potencial de invasibilidad	Valores normalizados de la probabilidad de invasibilidad	Áreas cuyas condiciones biofísicas no facilitan la invasibilidad < 0.50	Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan en grado moderado la invasibilidad 0,5 - 0,90	Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan la invasibilidad > 0,90	No aplica
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Categorías de amenaza total	Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total muy baja y baja	Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total moderada	Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total alta y muy alta	No aplica

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS

FUENTES DE INFORMACIÓN

- *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad* (CONABIO). (2016). Recuperado el 2 de Abril de 2018, de http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras
- García, L., y Baptiste, M. (2017). Aspectos metodológicos. En D. Cárdenas-López, M. Baptiste, y N. Castaño (Edits.), *Plantas exóticas con alto* (págs. 40-56). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Hofstede, R. (2004). Health state of Páramos: an effort to correlate science and practice. Lyonia, 6(1). Recuperado el 16 de Julio de 2018, de http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=266
- Ideam - CONIF. (2009). *Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones*. Bogotá, Colombia.
- Naciones Unidas. (2006). Los enfoques ecosistémicos y los océanos. Exposiciones orales realizadas durante el proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre los océanos y el derecho del mar. Nueva York.
- SEMARNAT, INE y CIGA. (2011). *Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio*. (J.-F. Mas, Ed.) México.

2.4.1. Variable vigor

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción Caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS		
VARIABLE: vigor	**UNIDAD DE MEDIDA: v**alores normalizados de la productividad primaria neta (t/ha/año)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

El vigor de las pasturas está referido a su productividad, con particular atención a las interacciones que afectan los flujos de energía (Naciones Unidas, 2006). De acuerdo con Hofstede (2004), se puede afirmar que entre mayor vigor tenga una pastura, mayor será su productividad.

El vigor en términos de salud ecológica se refiere a la productividad del ecosistema. Esto en términos biológicos explica que, entre mayor sea la productividad de material vegetal, en mejor "salud" se encuentra el ecosistema (Hofstede, 2004).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Esta variable permite realizar una aproximación a la productividad de las pasturas, identificando aquellas áreas que poseen mayor vigor, las cuales por sus condiciones naturales representan a aquellas que ofrecen a la actividad de ganadería caprina mayores rendimientos asociados a una mayor productividad de las pasturas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Esta variable no genera exclusión (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

De forma consecuente con las metodologías empleadas, la estimación de la productividad primaria neta se realizó a partir de imágenes MODIS, las cuales tienen como mayor limitante la resolución espacial y la temporalidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se generó a partir de los 23 productos mensuales de imágenes de índice normalizado de vegetación (NDVI) del producto MOD13A3 (monthly 1-km) VI generado por el satélite MODIS. Estos productos MODIS son dispuestos a nivel quincenal y corresponden a información compilada de los valores de NDVI. El producto empleado tiene una resolución espacial de 250 m, la cual se conserva para el análisis realizado y una resolución temporal de quince días (SEMARNAT, INE y CIGA, 2011).

Teniendo en cuenta que se han desarrollado numerosos métodos para determinar la cantidad de forraje en pie, los métodos tradicionales frecuentemente consumen mucho tiempo y el muestreo de campo no siempre es exitoso. Para grandes áreas (nivel país), se hace necesario contar con herramientas de muestreo y monitoreo eficientes y económicas, como las técnicas de sensoramiento remoto (Medina et al. 2009).

El NDVI, cuando se calibra con muestreos de biomasa herbácea en campo, se ha utilizado con éxito para estimar la producción primaria aérea. La producción primaria estimada a partir de las imágenes NDVI de MODIS, puede proveer información con bastante precisión (Escribano, 2014; Didan et al., 2015; Ramírez., 2013).

Para la evaluación de la presente variable se realiza un modelo de regresión espacial a partir de la información obtenida del promedio de las 23 imágenes MODIS del año 2019, frente a la información de muestreos de campo, para estimar la producción de forraje en los pastizales suministrada por Alimentro (2020), referidos a nivel municipal, razón por la cual se procedió mediante análisis espacial en el *software* ArcGis a realizar inicialmente una fusión de las áreas de pastos sobre el mapa político administrativo del país, con el fin de determinar el área ocupada por las pasturas en cada uno de los municipios, sobre dichos polígonos obtenidos se calculó el centroide y sobre los puntos definidos se asociaron los valores de materia seca.

A partir de esta información se realizó un análisis de regresión espacial en el cual se comparan los valores de cada píxel de NDVI, con el valor de materia seca de cada municipio, teniendo como variable independiente el NDVI y dependiente el valor de materia seca. A partir de la anterior se construyó la siguiente ecuación de regresión:

Materia seca (Ton/Ha/año) = 50.342*NDVI + 8.1937

A esta ecuación se le aplican los valores de la regresión a la imagen promedio de NDVI, para así obtener el mapa de materia seca, expresada en toneladas por hectárea al año.
Está determinación de la materia seca se evalúa solo para las coberturas relacionadas con pastos:

Código cobertura	Leyenda Corine Land cover
231	Pastos limpios
232	Pastos arbolados
233	Pastos enmalezados
242	Mosaico de pastos y cultivos
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
244	Mosaico de pastos con espacios naturales
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales
3211	Herbazal denso
3212	Herbazal abierto
32111	Herbazal denso de tierra firme
32112	Herbazal denso inundable
32121	Herbazal abierto arenoso
32122	Herbazal abierto rocoso
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos
321121	Herbazal denso inundable no arbolado
321122	Herbazal denso inundable arbolado

La reclasificación de los rangos de aptitud se realizó a través de intervalos iguales, apoyado del software ArcGis.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de aptitud, se utilizaron intervalos iguales como método de agrupamiento del software ArcGis. De esta forma, se establece una relación directamente proporcional entre la aptitud y el vigor de las coberturas evaluadas.

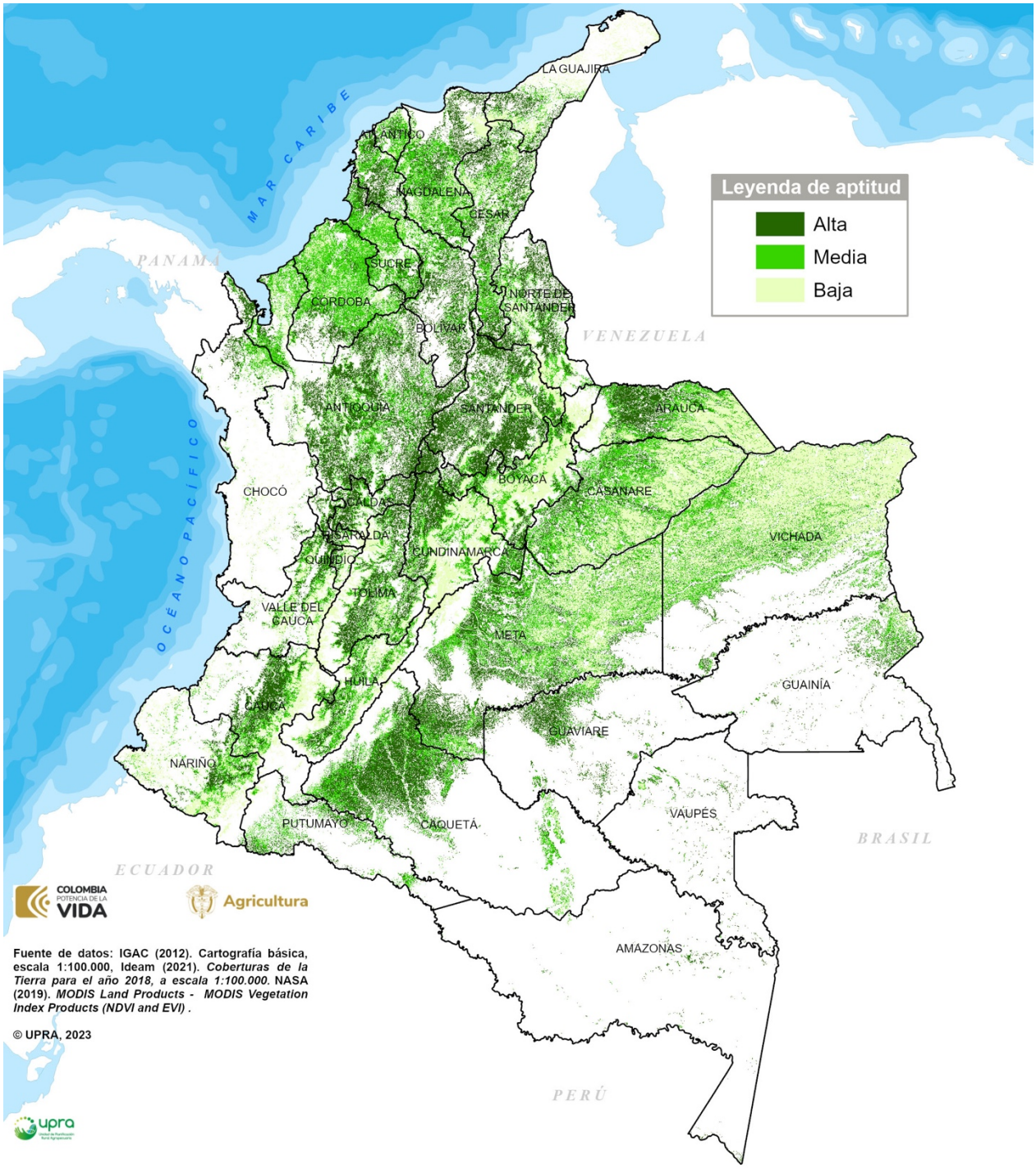
Rangos de aptitud para la variable

Aptitud por vigor	Rango	Descripción
Alta (A1)	> 41,2	Áreas con pasturas de alta productividad
Media (A2)	36,7 – 41.2	Áreas con pasturas de productividad moderada
Baja (A3)	< 36,7	Áreas con pasturas de baja productividad

UNIDAD DE ANÁLISIS

Pixeles con materia seca (ton/ha/año)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS
Variable vigor

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia, 2020. https://alimentro.agrosavia.co/Home/Index?ReturnUrl=%2f
- Aguilera, I., Monteagudo, S., Castaños, J., González-Jiménez, A., y Escudero, R. (2009). El nivel 3 de la nomenclatura corine y la pérdida de representatividad de algunas clases importantes en el clc06 de la C.A. Aragón. En S. Montesinos, y L. Fernández (Ed.), XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, (págs. 393-396). Catalayud. Obtenido de http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf
- Didan, K. A. Barreto. R, Solano y Huete, A. 2015. MODIS Vegetation Index User's Guide (MOD13 Series) Version 3.00. Vegetation Index and Phenology Lab http://vip.arizona.edu The University of Arizona
- Escribano, J. C. Hernández y A, Tarquis. 2014, Selección de índices de vegetación para la estimación de la producción herbácea en dehesas. Revista *Pastos*, *44*(2): 6-18. Diciembre 2014
- Hofstede, R. (2004). Health state of Páramos: an effort to correlate science and practice. Lyonia, 6(1). Recuperado el 16 de Julio de 2018, de http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=266
- Naciones Unidas. (2006). Los enfoques ecosistémicos y los océanos. Exposiciones orales realizadas durante el proceso abierto de consultas oficiosas de las Naciones Unidas sobre los océanos y el derecho del mar. Nueva York.
- Ramírez, A. 2013. EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE PASTOS USANDO INDICES DE VEGETACION CALCULADOS A PARTIR DE INFORMACION SATELITAL. TESIS DE GRADO. Maestría Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín
    - SEMARNAT, INE y CIGA. (2011). Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio. (J.-F. Mas, Ed.) México.

2.4.2. Variable amenaza por incendios de la cobertura vegetal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: ESTATUS ECOLÓGICO ECOLÓGICA DE LAS PASTURAS		
VARIABLE: amenaza por incendios de la cobertura vegetal	**UNIDAD DE MEDIDA:** categorías de amenaza total	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Identifica aquellas coberturas que, por sus características, tienen una mayor probabilidad de versen afectadas por un incendio de la cobertura vegetal, lo cual repercute de forma directa en la aptitud del territorio en el establecimiento y desarrollo de actividades agropecuarias.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los incendios de la cobertura vegetal son uno de los mayores peligros para cualquier tipo de cultivo, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos individuos, hasta destruir un cultivo por completo; generando pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercana.

La amenaza total de incendios de la cobertura vegetal se debe entender como el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno, esta amenaza total se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No aplican valores de exclusión (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante identificada está relacionada con la escala del Mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, ya que la escala salida de dicho mapa es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y a su vez resta exactitud en el análisis.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se generó a partir del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal para Colombia, el cual relaciona factores tales como la susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal, precipitación, temperatura, velocidad del viento, frecuencia de incendios de la cobertura vegetal, pendientes y radiación solar; este mapa tiene por objeto identificar el grado de amenaza por incendios de la cobertura vegetal que posee el país (Ideam - CONIF, 2009).

Se tomaron las categorías definidas en el mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal.

Categoría de amenaza
Muy baja
Baja
Moderada
Alta
Muy alta

Posteriormente se realizó un análisis cualitativo que permitió reclasificar las categorías de amenaza, y asignarles un grado de aptitud.

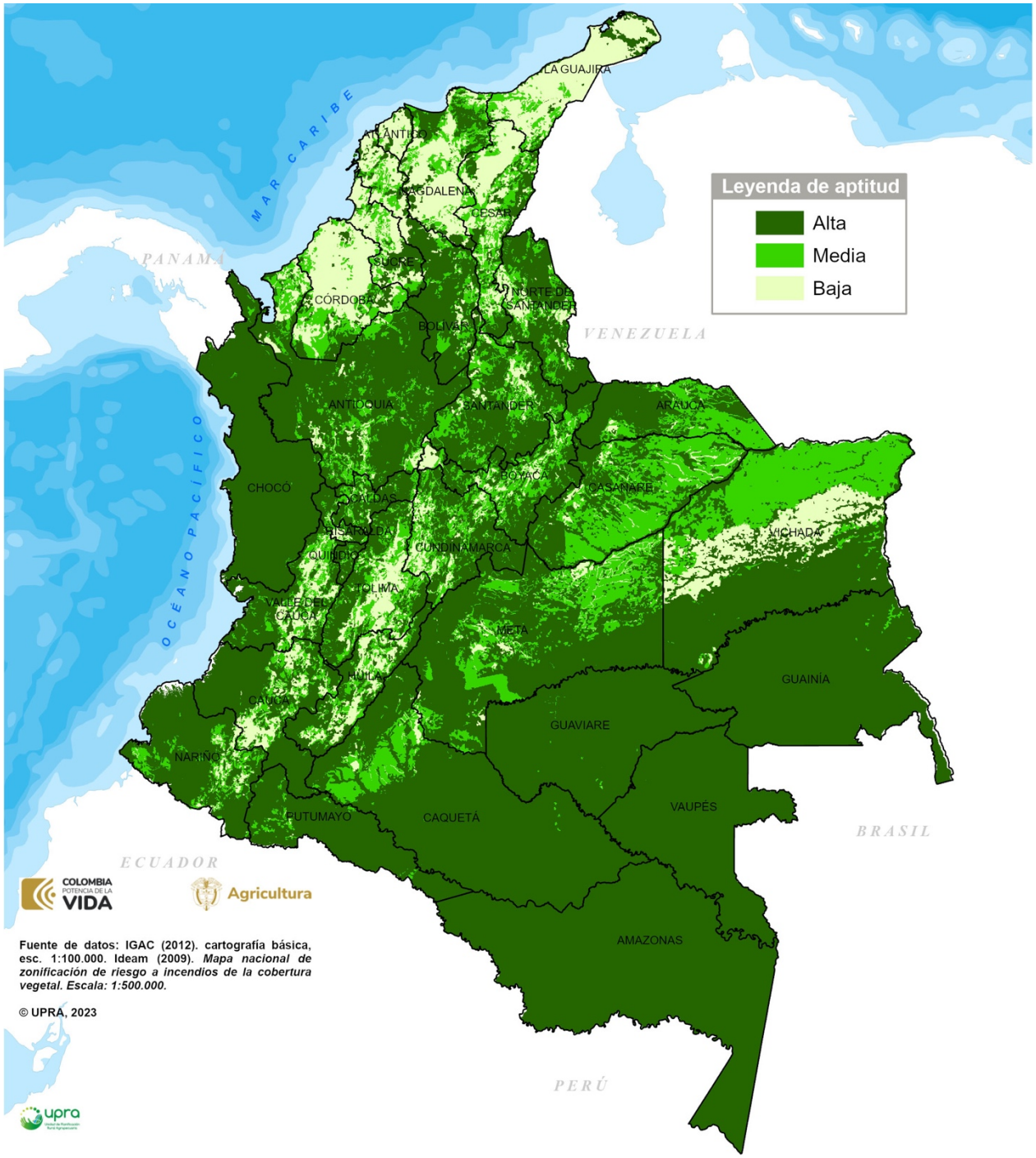
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Rangos	Aptitud
Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total muy baja y baja	Alta (A1)
Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total moderada	Media (A2)
Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal. Amenaza total alta y muy alta	Baja (A3)

Unidad de análisis
Pixeles

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS
Variable amenaza por incendios de las coberturas vegetales

FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam y CONIF. (2009). Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones. Bogotá, Colombia.

2.4.3. Variable potencial de invasibilidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS		
VARIABLE: potencial de invasibilidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** valores normalizados de la probabilidad de invasibilidad	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Condiciones o características propias de las áreas con pasturas que facilitan el establecimiento y posterior dispersión de las especies exóticas con alto riesgo de invasión en Colombia.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Tomando como consideración que las especies invasoras en muchos casos tienen efectos negativos sobre la biodiversidad, tales como desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres, cambios en la estructura y composición de las comunidades, así como en su funcionamiento, pérdida de poblaciones silvestres y degradación de la integridad ecológica de ecosistemas (CONABIO, 2016), cobra importancia identificar las áreas con mayor potencial de invasibilidad; por lo tanto, esta variable contribuye a discriminar las áreas de mayor probabilidad para el establecimiento de especies invasoras las cuales, por sus condiciones naturales, favorecen la aparición y distribución de estas potenciales invasoras.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No aplican valores de exclusión (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se identifican limitantes en la evaluación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable corresponde a un modelo predictivo de distribución de 16 especies invasoras de la familia poácea definidas por García y Baptiste (2017). El modelo se construyó a partir de los siguientes parámetros:

a. Información geográfica asociada al libro denominado *Plantas exóticas de alto riesgo de invasión en Colombia*, realizado por el IAVH en coedición con el Instituto SINCHI, los registros biológicos proporcionaron la localización de 16 poáceas con alto riesgo de invasión.

Tabla 1. Especies de la familia poácea con alto riesgo de invasión en Colombia

Especie
Anthoxanthum odoratum
Arundo donax
Bambusa vulgaris
Cenchrus clandestinus
Cenchrus purpureus
Cynodon dactylon
Cynodon nlemfuensis
Guadua weberbaueri
Gynerium sagittatum
Holcus lanatus
Hyparrhenia rufa
Megathyrsus maximus
Melinis minutiflora
Rottboellia cochinchinensis
Urochloa brizantha
Urochloa decumbens

b. Mapa de correlación de suelos (IGAC), que proporciona la información del tipo de relieve y taxonomía de los suelos.

c. Mapa de distribución de temperatura media multianual promedio (Ideam).

d. Mapa de distribución de humedad relativa media multianual promedio (Ideam)

Las especies invasoras fueron divididas en dos subgrupos: invasoras de clima cálido e invasoras de clima frío; posteriormente, se realizó un modelo de distribución para cada subgrupo.

Tabla 2. Especies invasoras de acuerdo con su distribución climática

Especies invasoras de clima cálido		Especies invasoras de clima frío
Bambusa vulgaris		*Anthoxanthum odoratum*
Cenchrus purpureus		*Arundo donax*
Cynodon dactylon		*Cenchrus clandestinus*
Cynodon nlemfuensis		*Holcus lanatus*
Guadua weberbaueri		
Gynerium sagittatum		
Hyparrhenia rufa		
Megathyrsus maximus		
Melinis minutiflora		
Rottboellia cochinchinensis		
Urochloa brizantha		
Urochloa decumbens		

Para obtener los modelos de distribución de cada subgrupo, se ingresaron los datos mencionados en el *software* Maxent, por medio del cual es posible estimar la probabilidad de la distribución espacial de las especies analizadas. Una vez procesada la información, se obtuvieron dos modelos: distribución potencial de invasoras para clima cálido y distribución potencial de invasoras de clima frío.

Posteriormente, se realizó una superposición difusa (*fuzzy overlay*) con la función Or del *software* ArcGis, entre los dos modelos de distribución de las especies invasoras, permitiendo así identificar los pixeles con los valores más altos. El mapa resultante de esta superposición fue reclasificado en tres rangos de aptitud.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de aptitud, se establece una relación inversamente proporcional entre la aptitud y el riesgo de invasibilidad. Los rangos de agrupamiento fueron definidos de acuerdo con el criterio del experto.

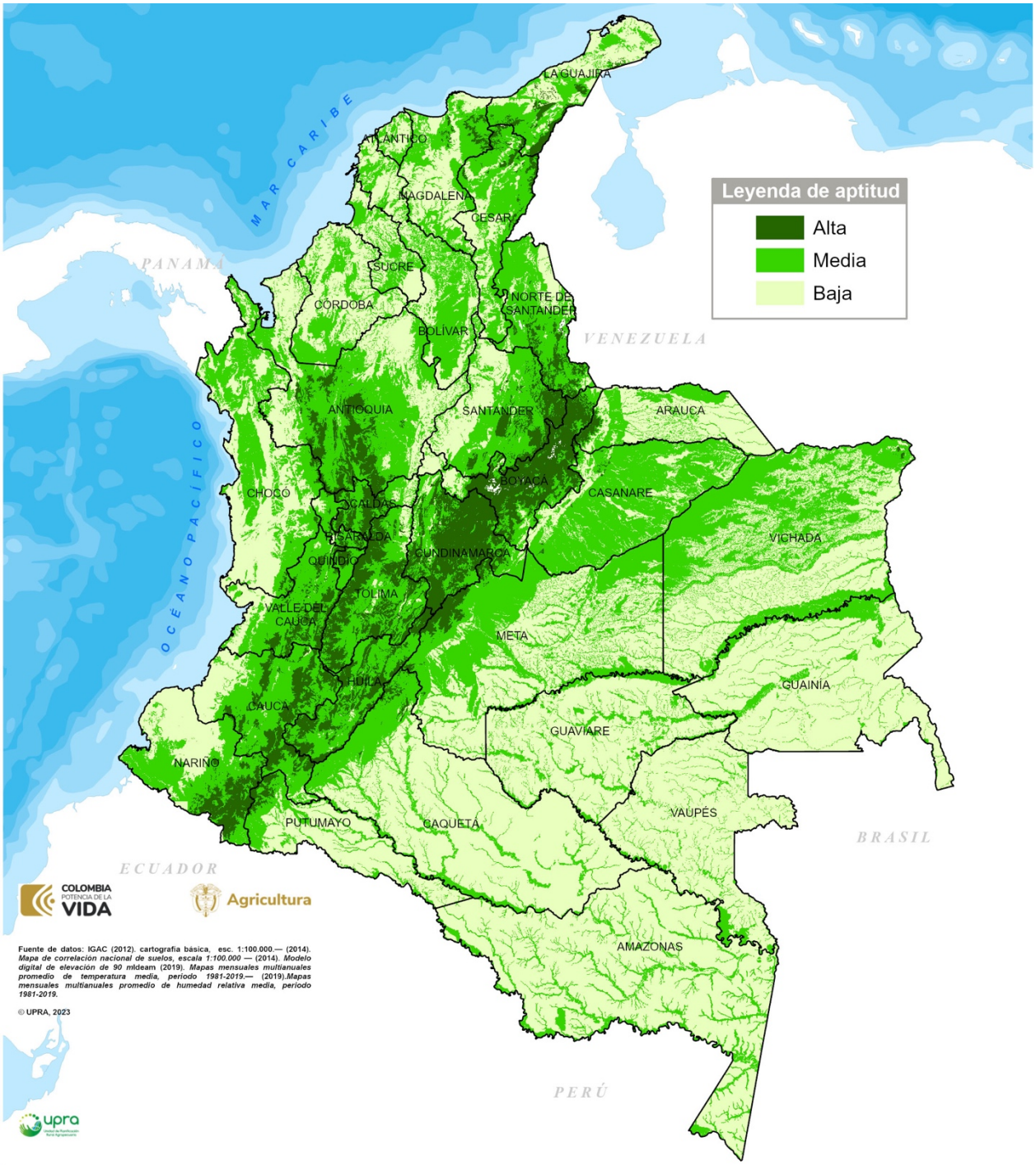
Tabla 3. Rangos de aptitud para la variable potencial de invasibilidad

Descripción	Rango	Aptitud
Áreas cuyas condiciones biofísicas no facilitan la invasibilidad	< 0,5	Alta (A1)
Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan en grado moderado la invasibilidad	> 0,5 - < 0,90	Media (A2)
Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan la invasibilidad	> 0,90	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Categoría de invasibilidad

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS
Variable potencial de invasibilidad

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Conabio. (2016). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado el 2 de Abril de 2018, de http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras
- García, L. y Baptiste, M. (2017). Aspectos metodológicos. En D. Cárdenas-López, M. Baptiste, y N. Castaño (Edits.), Plantas exóticas con alto (págs. 40-56). Bogotá D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

2.5. Criterio apropiación y acceso al agua

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACION Y ACCESO AL AGUA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Apropiación de agua, expresada en millones de m^3. • Acceso al agua, expresado como adimensional.		

DEFINICIÓN

La apropiación de agua estima el consumo potencial de agua por parte del ganado caprino para su producción en pastoreo en una subzona hidrográfica mediante la evaluación de su oferta hídrica natural, mientras que el acceso al agua hace referencia a la accesibilidad de los predios asociados a la ganadería caprina a los cuerpos de agua y así garantizar el agua requerida para el sustento animal.

Es un balance entre la oferta hídrica de una subzona hidrográfica, calculada como uso consuntivo de agua por las pasturas, y la demanda hídrica incluyendo el consumo potencial (cantidad de agua que contiene la subzona hidrográfica que sostiene el consumo del inventario actual del ganado caprino y determina la disponibilidad del recurso para futuras producciones), y la cercanía a los cuerpos de agua para garantizar su suministro.

Este consumo de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis (subzona hidrográfica), dependiendo de su oferta hídrica, en primer lugar, a partir del agua contenida naturalmente en el suelo y los aportes de la lluvia; luego, desde el agua de drenaje superficial y, en casos excepcionales, a partir de transvases desde cuencas circundantes. A mayor demanda de agua por parte del inventario caprino en la zona, contempla mayor cantidad de elementos involucrados para el suministro y mayor competencia frente a las demás coberturas y los usos establecidos en la unidad de análisis. La cercanía hace referencia a los predios que se les facilita el acceso por su colindancia a cuerpos de agua primarios y secundarios con una presión hídrica constante, con la cual puedan suplir los requerimientos de los animales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La importancia de la apropiación y acceso al agua es que estima la sostenibilidad hídrica de la unidad de análisis (polígonos de ETR x SZH) y disponibilidad hídrica de la subzona hidrográfica, necesarias para el mantenimiento y desarrollo de las praderas y garantizar el bienestar animal en su primera libertad (libre de sed).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los consumos de agua corresponden a datos teóricos estimados.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión, ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento de las dos variables mediante la construcción de una matriz de paso

Procedimiento para determinar la aptitud del criterio para apropiación y acceso al agua para producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo

		Apropiación de agua		
		A1	**A2**	**A3**
Acceso al agua	**A1**	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

a. Acceso al agua: se elaboró teniendo en cuenta la cercanía de predios aptos para ganadería caprina a cuerpos de agua, de acuerdo con el mapa del criterio cambio de cobertura de la cadena y las unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014). Los rendimientos hídricos de los cuerpos de agua se definen de según la información del índice de disponibilidad hídrica del ENA (2019) por subzona hidrográfica, asignando dicho rendimiento en relación al porcentaje de área de los cuerpos de agua. La cercanía a cuerpos de agua se calcula teniendo en cuenta la distancia euclidiana.

La integración de las coberturas, predios, disponibilidad hídrica y distancia a cuerpos de agua se realiza mediante la expresión:

Acceso al agua= 0.4 (Disponibilidad hídrica) + 0.4 (Distancia predios) +0.2 (Aptitud cobertura/UPAS)

La reclasificación de los rangos de aptitud se realizó teniendo en cuenta intervalos geométricos

Descripción	Aptitud
Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son altos y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es baja (>2.4)	Alta (A1)
Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son moderados y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es media (1.6 – 2.4)	Media (A2)
Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son bajos y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es alta (<1.6)	Baja (A3)

b. Apropiación de agua: se elaboró relacionando el Uso consuntivo de agua por las pasturas y la Demanda hídrica incluyendo el consumo potencial; para este último se tuvo en cuenta la información del censo caprino, las unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014) con el fin de estimar un promedio de animales por UPA, precipitación media multianual y las subzonas hidrográficas del ENA (2019), permitiendo calcular cantidad de animales por subzona, teniendo en cuenta un consumo de agua de 5 L/animal/día (Nogués *et al.*, 2012). Los rangos de aptitud de la demanda hídrica se definieron mediante la reclasificación por intervalos geométricos. Finalmente, la integración del uso consuntivo y la demanda hídrica se realizó mediante el siguiente árbol de decisión:

Demanda hídrica	Uso consuntivo coberturas aptas	APTITUD APROPIACION AGUA
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A2
A2	A1	A1
	A2	A2
	A3	A3
A3	A1	A2
	A2	A3
	A3	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

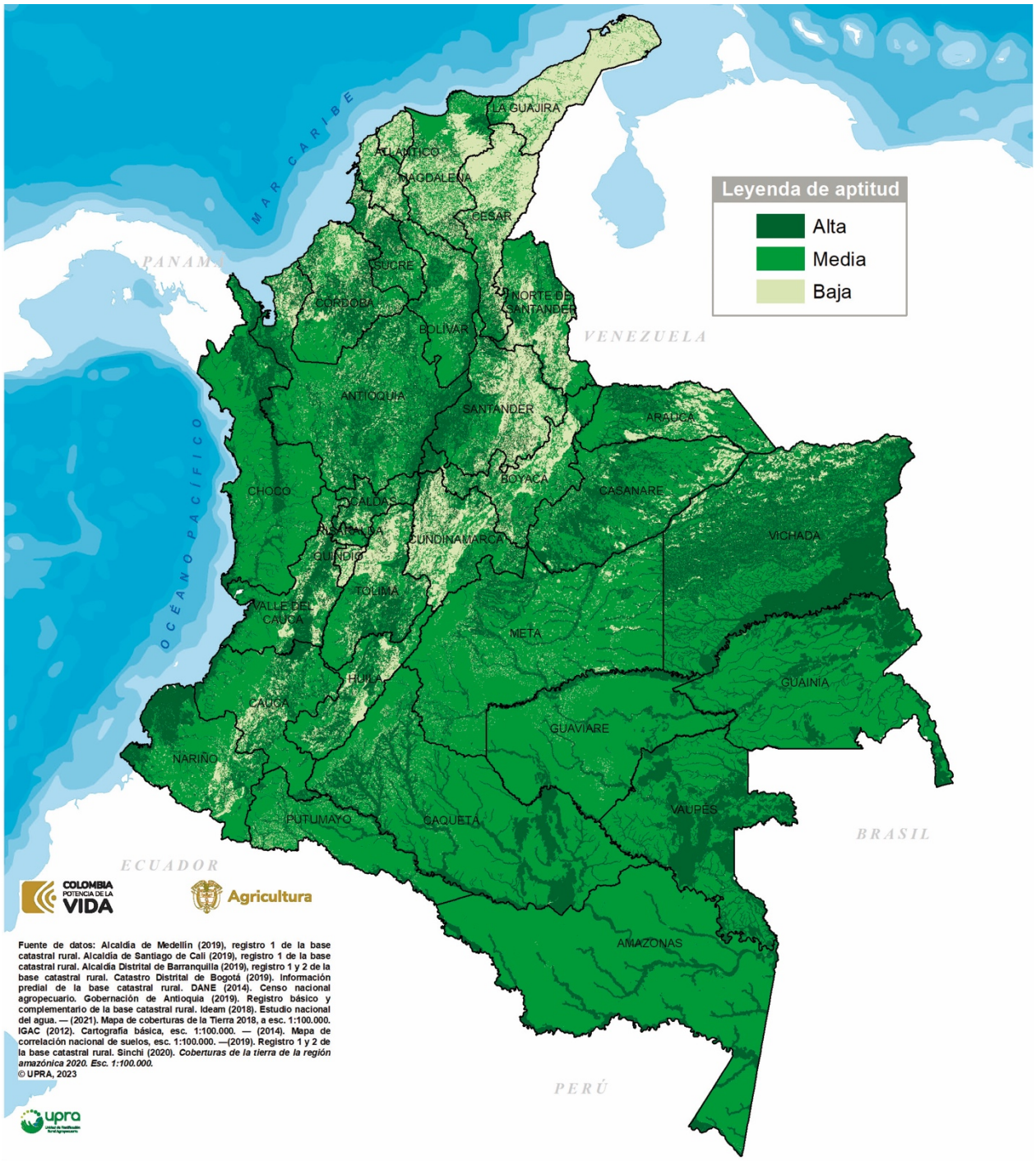
Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud del criterio, se sigue la matriz de paso:

		Apropiación de agua		
		A1	**A2**	**A3**
Acceso al agua	**A1**	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

Aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo bajo el criterio de apropiación y acceso al agua

Descripción	Aptitud
Zonas donde la sostenibilidad hídrica es alta y existe mayor cercanía de los predios a cuerpos de agua	Alta (A1)
Zonas donde la sostenibilidad hídrica está en equilibrio y existe moderada cercanía de los predios a los cuerpos de agua	Media (A2)
Zonas donde la disponibilidad hídrica es baja y existe menor cercanía de los predios a los cuerpos de agua	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fraser. (2006) El bienestar animal y la intensificación de la producción animal Una interpretación alternativa. FAO
- ICA. (2019). ICA. https://www.ica.gov.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 p.
- Ideam. (2018). *Estudio nacional del agua*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

2.5.1. Variable apropiación de agua

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSITÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACION Y ACCESO AL AGUA		
VARIABLE: apropiación de agua	**UNIDAD DE MEDIDA:** millones de m^3	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Estima el consumo potencial de agua por parte del ganado caprino para su producción en pastoreo, en una subzona hidrográfica, mediante la evaluación de su oferta hídrica natural.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La importancia de evaluar este criterio radica en conocer el grado de aptitud de un área geográfica de acuerdo con la disponibilidad de agua, para el desarrollo adecuado del ganado caprino de tal manera que permita suplir adecuadamente las necesidades de saciar la sed y de tener un óptimo desarrollo fisiológico.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de esta variable, no presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El cálculo de la información depende de la precisión de los inventarios caprinos, y deberá ser ajustado de acuerdo con la nueva información proveniente de fuentes oficiales.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

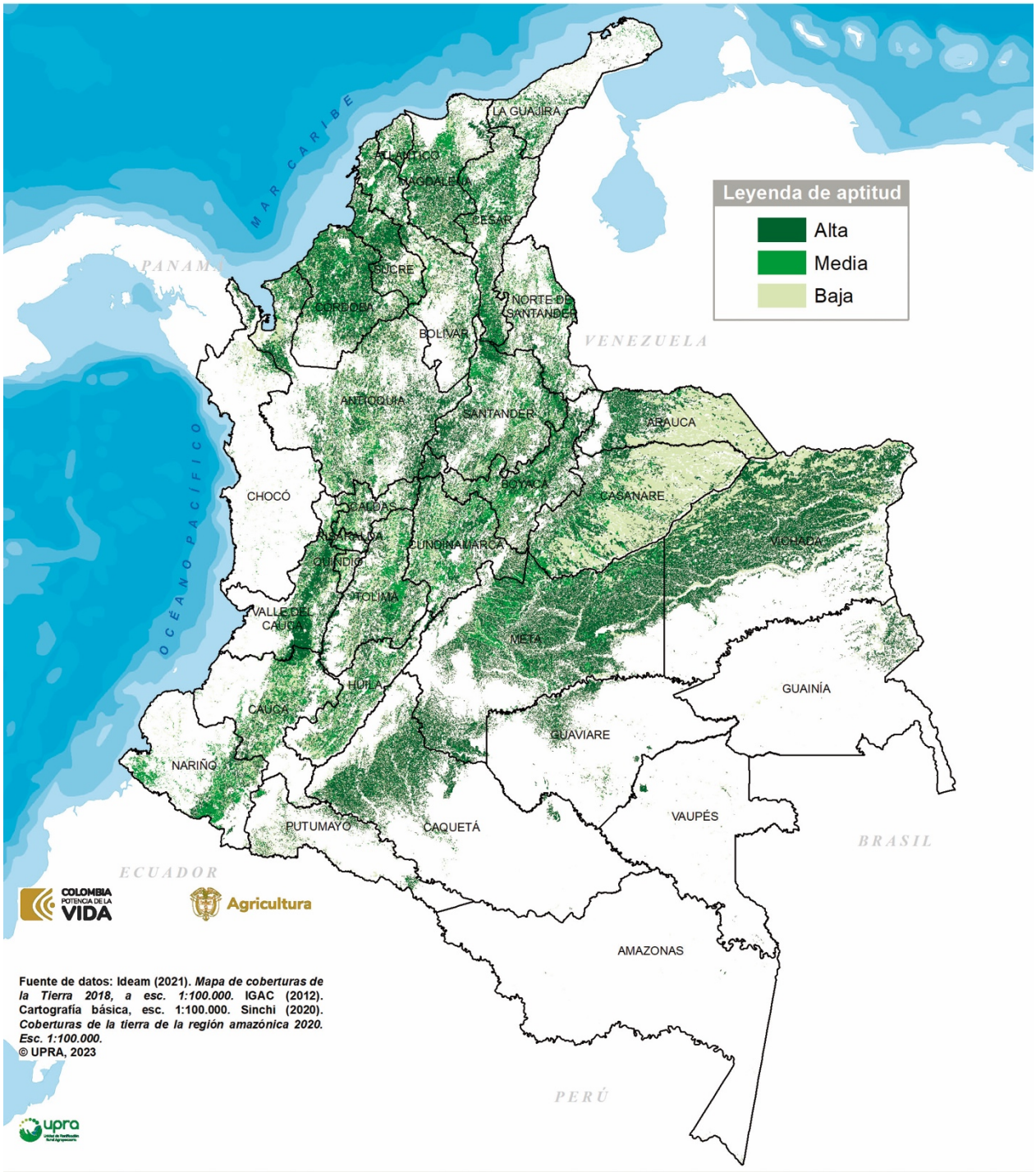
La variable apropiación de agua se generó a partir del análisis de los siguientes insumos:

1. Información del censo caprino 2020 (ICA, 2020).
2. Unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014).
3. Mapa de temperatura media multianual (1981-2010).
4. Tabla de precipitación media multianual.
5. Capa de subzonas hidrográficas. (Estudio Nacional del Agua ENA, 2019).

A través del Uso consuntivo de agua por las pasturas, la demanda hídrica incluyendo el consumo potencial, información del censo caprino, y las unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014), se estimó un promedio de animales por UPA.

Uso consuntivo

Aptitud	Rango
Alta	0.2 – 0.7
Media	0.7 – 1.05
Baja	> 1.05

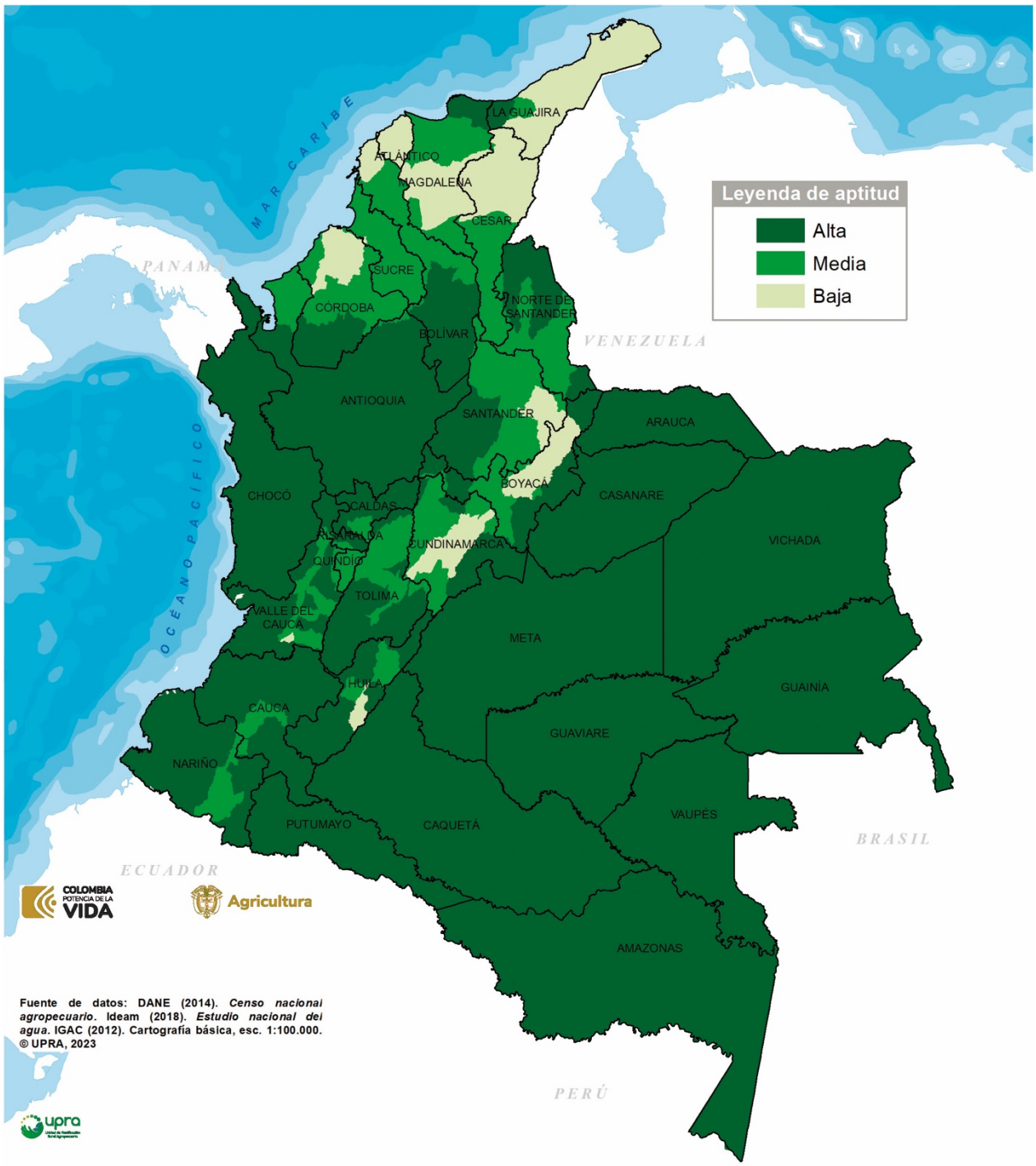


Representación cartográfica subvariable uso consuntivo coberturas

Con relación a la oferta se partió de la precipitación media multianual y las subzonas hidrográficas del Estudio Nacional del Agua, a fin de llevar la información de las UPA a Subzona hidrográfica, permitiendo calcular la cantidad de animales por subzona, teniendo en cuenta un consumo de agua de 5 L/animal/día (Nogués *et al.*, 2012). De esta manera es posible estimar cuánta agua consumen la totalidad de los animales. La reclasificación de los rangos de aptitud se realizó a través de intervalos geométricos.

Demanda hídrica

Aptitud	Rango
Alta	<797
Media	797 – 2808
Baja	>2808



CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA
Subvariable demanda hídrica

Representación cartográfica subvariable demanda hídrica

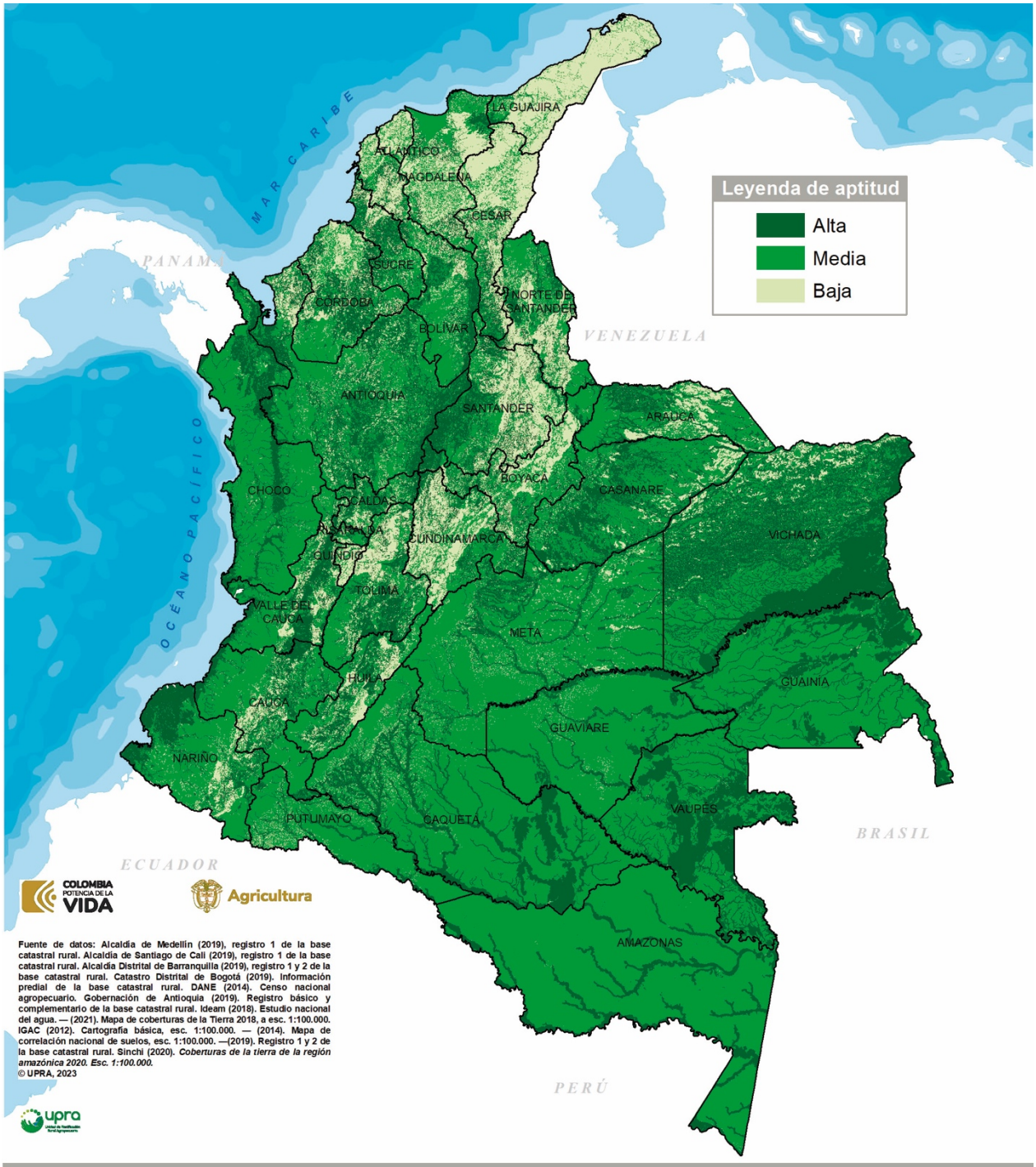
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para la integración del uso consuntivo y la demanda hídrica se realiza mediante el siguiente árbol de decisión:

Aptitud para el establecimiento de la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo por la variable apropiación de agua

Demanda hídrica	Uso consuntivo coberturas aptas	APTITUD APROPIACION AGUA
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A2
A2	A1	A1
	A2	A2
	A3	A3
A3	A1	A2
	A2	A3
	A3	A3

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. (2017). ICA. Recuperado el 12 de Octubre de 2018, de https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx. Bogotá: ICA.
- Ideam, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 p.
- Ideam. (2018). *Estudio nacional del agua*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. National Research Council. (NRC). (2001). Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Washington, DC., USA: National Academy Press.

2.5.2. Variable acceso al agua

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSITÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACION Y ACCESO AL AGUA		
VARIABLE: acceso al agua	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Esta variable hace referencia a la accesibilidad a los cuerpos de agua y así garantizar la requerida para el sustento animal. El agua es “el elemento más vital de todos los conocidos hasta el momento” (Sager.2000), “tiene una importancia primaria como el mayor constituyente del organismo animal; es requerida para la regulación de la temperatura corporal, para el crecimiento, reproducción, lactación, digestión, metabolismo, excreción, hidrolisis de nutrientes, transporte de nutrientes y de desperdicios en el cuerpo, lubricación de las articulaciones y muchas funciones más.” (García. 2011). Por ello los animales deben contar con acceso libre, constante a agua limpia y fresca, la cual debe satisfacer los requerimientos nutricionales en las diferentes etapas productivas, algo básicos para su mantenimiento y desarrollo y en pro del cumplimiento de la libertad (libre de sed) del bienestar animal. La falta de disponibilidad y consumo de esta puede producir la muerte.

De esta forma, en términos de la aplicación de la presente zonificación, para la evaluación de la variable se opta por calificar las zonas de territorio de la siguiente forma: un territorio con aptitud alta tiene cercanía a cuerpos de agua la cual se encuentra en cantidad suficiente para responder al bienestar animal, lo que garantizaría condiciones para el establecimiento de la actividad pecuaria, asegurando la posibilidad del establecimiento de una producción animal en dicha zona demarcada en el territorio. Por el contrario, donde las zonas tienen una baja aptitud, hace referencia a lugares del territorio colombiano en donde no se recomienda el establecimiento de una producción por falta del acceso al agua.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite determinar la cercanía al recurso hídrico y la disponibilidad en cantidad suficiente, indispensable para garantizar saciar la sed y la supervivencia de los animales en el sistema productivo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No aplica.

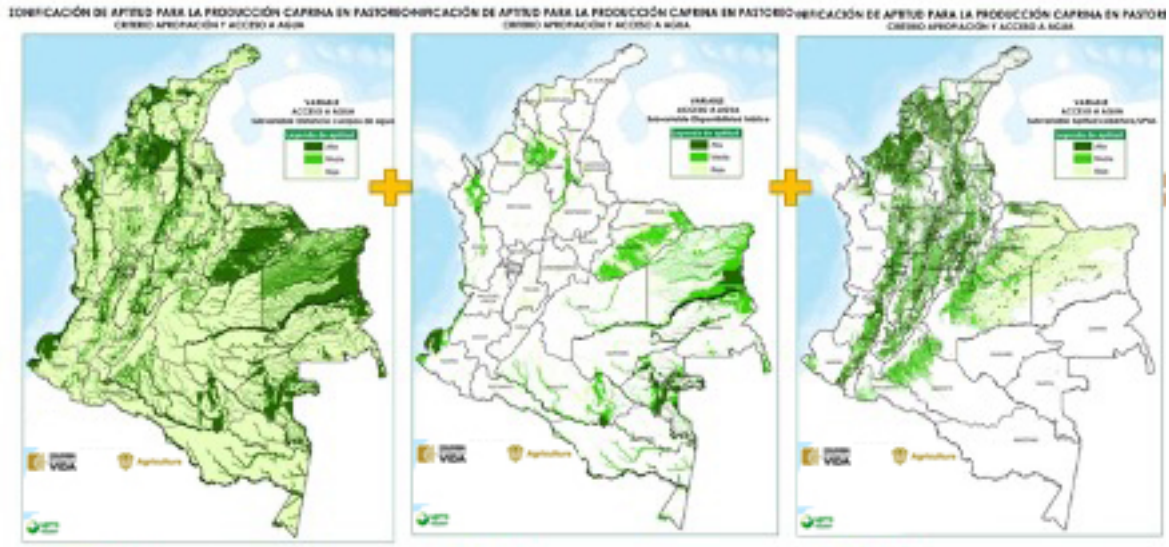
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Inicialmente se identifica la cercanía de predios aptos para ganadería caprina a cuerpos de agua, de acuerdo con el mapa del criterio cambio de cobertura de la cadena y las unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014).

Los rendimientos hídricos de los cuerpos de agua se definen de acuerdo con la información del índice de disponibilidad hídrica del ENA (2019) por subzona hidrográfica, asignando dicho rendimiento en relación con el porcentaje de área de los cuerpos de agua. La cercanía a cuerpos de agua se calcula teniendo en cuenta la distancia euclidiana.

La integración de las coberturas, predios, disponibilidad hídrica y distancia a cuerpos de agua se realiza mediante la expresión:

Acceso al agua= 0.4 (Disponibilidad hídrica) + 0.4 (Distancia predios) +0.2 (Aptitud cobertura/UPAS).

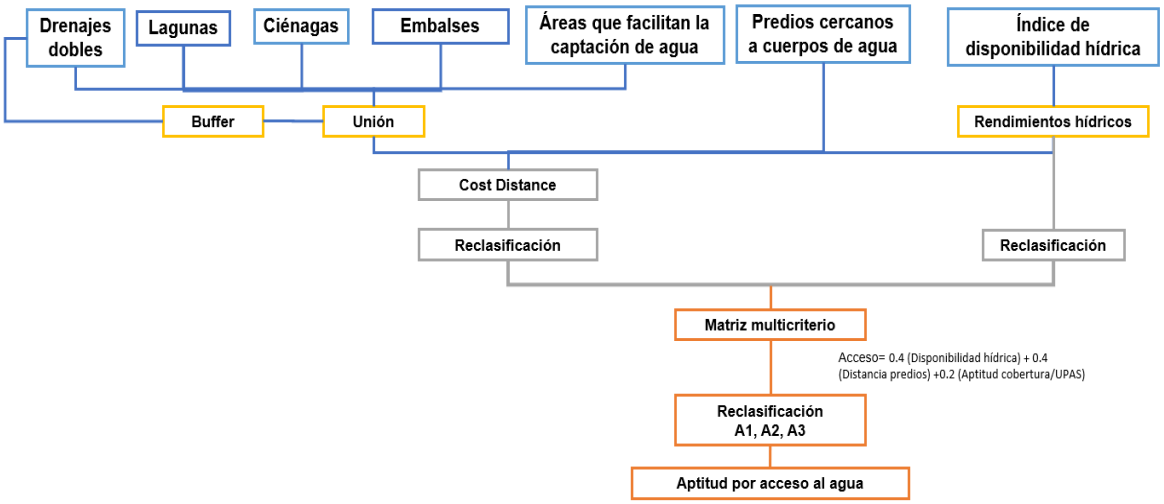


La reclasificación de los rangos de aptitud se realizó teniendo en cuenta intervalos geométricos.

Aptitud	Rango
Alta	>2.4
Media	1.6 – 2.4
Baja	< 1.6

La evaluación de la variable cumplió con el procedimiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar el acceso al agua para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo



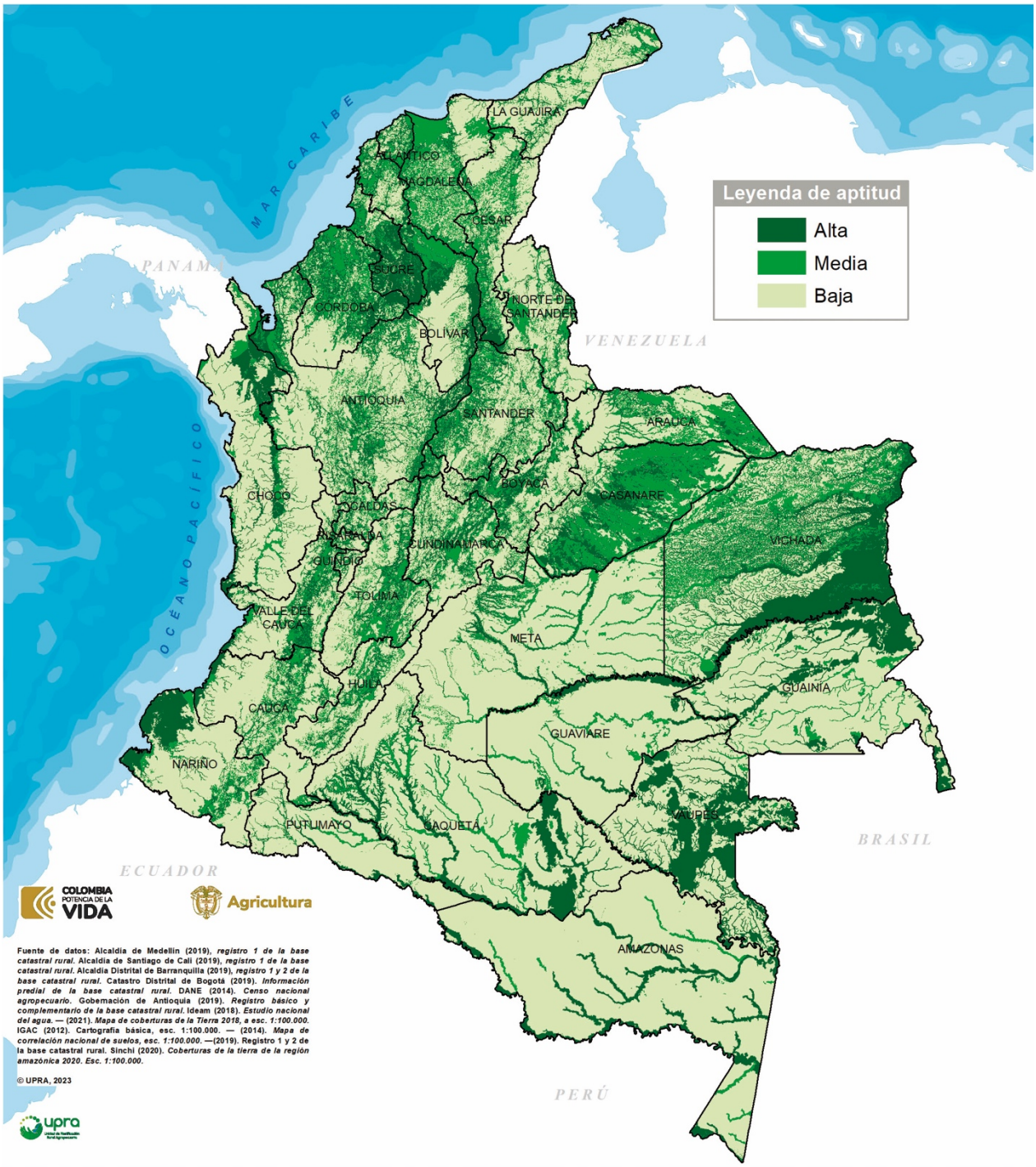
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud de la variable se realizó una reclasificación por intervalos geométricos:

Aptitud para para la producción de caprinos en pastoreo por la variable acceso al agua

Descripción	Aptitud
Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son altos y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es baja (>2.4)	Alta (A1)
Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son moderados y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es media (1.6 – 2.4)	Media (A2)
Zonas donde los rendimientos hídricos por subzona hidrográfica son bajos y la distancia de los predios a los cuerpos de agua es alta (<1.6)	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA
Variable acceso al agua

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2018). Estudio nacional del agua. Bogotá: Ideam.
- Tafur, G. Mc Allister y Acosta, B. José Miguel. (2016). Bienestar Animal: Nuevo reto para la ganadería. Bogotá: ICA.

2.6. Criterio integridad ecológica

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td>TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><th colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</th></tr>
<tr><th colspan="3">CRITERIO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA</th></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN), expresada como categoría de costo - distancia acumulada.
• Índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT), expresado como la proporción de área de la unidad biogeográfica (%).
• Áreas de concentración de especies sensibles (ACES), expresada como adimensional. Requiere de asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias.</td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Capacidad del ecosistema, para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada, como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo (Ciontescu, 2012).

La integridad ecológica (IE) es un estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación, se define como la «habilidad de un ecosistema para soportar y mantener una comunidad, balanceada y adaptada, de organismos con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con aquella de los hábitats naturales en una región». La IE constituye una medida del funcionamiento permanente saludable o apropiado de los ecosistemas en un territorio, así como de la provisión continuada de recursos naturales y servicios ecosistémicos (autogenerados y autosostenibles), por lo que vincula el bienestar humano actual y futuro con el cuidado y protección de la Tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Corcoran, 2005; Ciontescu, 2012).

De acuerdo con esta definición, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La integridad ecológica aproxima el estado de conservación de un área determinada, permitiendo establecer el grado de salud de los ecosistemas o paisajes, y por tanto su vocación como área de conservación, su orientación hacia la restauración, o, por el contrario, su aptitud hacia el establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo.

Su análisis es orientado a:

- Proteger y restablecer la integridad de los sistemas ecológicos, con especial preocupación por la diversidad biológica y los procesos naturales que sustentan la vida.
- Evitar el deterioro del territorio mediante el desarrollo de acciones ambientales sostenibles; cuando el conocimiento sea limitado, debe primar el principio de precaución.
- Adoptar patrones de producción que salvaguarden la capacidad de regeneración de los ecosistemas, los derechos humanos y el bienestar de las comunidades.
- Promover la sostenibilidad ecológica.

Para efectos de la zonificación, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre, garantizando su propia identidad ecosistémica y la prestación de los servicios ecosistémicos que lo definen.

La integridad ecológica en los paisajes transformados refleja la salud ambiental (capacidad para amortiguar situaciones de alteración) y la sostenibilidad del territorio. Por tanto, está en relación directa con el mantenimiento de la capacidad productiva de los sistemas agropecuarios que conforman la matriz rural, la cual alberga el potencial productivo de un territorio. También refleja una medida del nivel de precaución que debe adoptar el sistema productivo en respeto de lugares considerados estratégicos por su alto valor ecológico o de conservación (AVC).

A través de la integridad ecológica, se contribuye en el logro de los compromisos asumidos por el sector agropecuario a través del decreto 2478 de 1999, el cual establece que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural debe “Armonizar y coordinar la formalización y adopción de la política de protección y uso productivo de los servicios ambientales, agua, suelo, captura de carbono y biodiversidad con el Ministerio del Medio Ambiente”.

Finalmente, el modelo parte de la premisa que la aptitud para el establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, varía en relación inversa con la integridad ecológica del territorio, de manera que aquella es baja donde existen altos valores ecológicos de conservación (AVC) pues deben primar las prácticas de preservación, conservación o restauración. La aptitud se incrementa en lugares donde dicha integridad es reducida debido a la transformación del paisaje o ausencia de dichos AVC.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La temporalidad de la información de Corine Land Cover asociada a las coberturas de 2018 limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, es la última información oficial generada y disponible.

Adicionalmente, la información sobre biodiversidad usualmente cuenta con limitaciones relacionadas con la representatividad de los grupos taxonómicos y el esfuerzo de muestreo, por lo cual es difícil presentar la información de forma homogénea para las diferentes regiones del país.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La integridad ecológica analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema (integridad espacial e integridad ecosistémica) (Vélez y Gómez, 2008), mediante la integración de las siguientes variables:

- Conectividad Estructural de las Coberturas Naturales (CECN)
- Índice de Naturalidad por Unidades de Análisis (INAT)
- Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES)

Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento independiente de cada una de sus tres variables, como se describió en sus respectivas fichas técnicas.

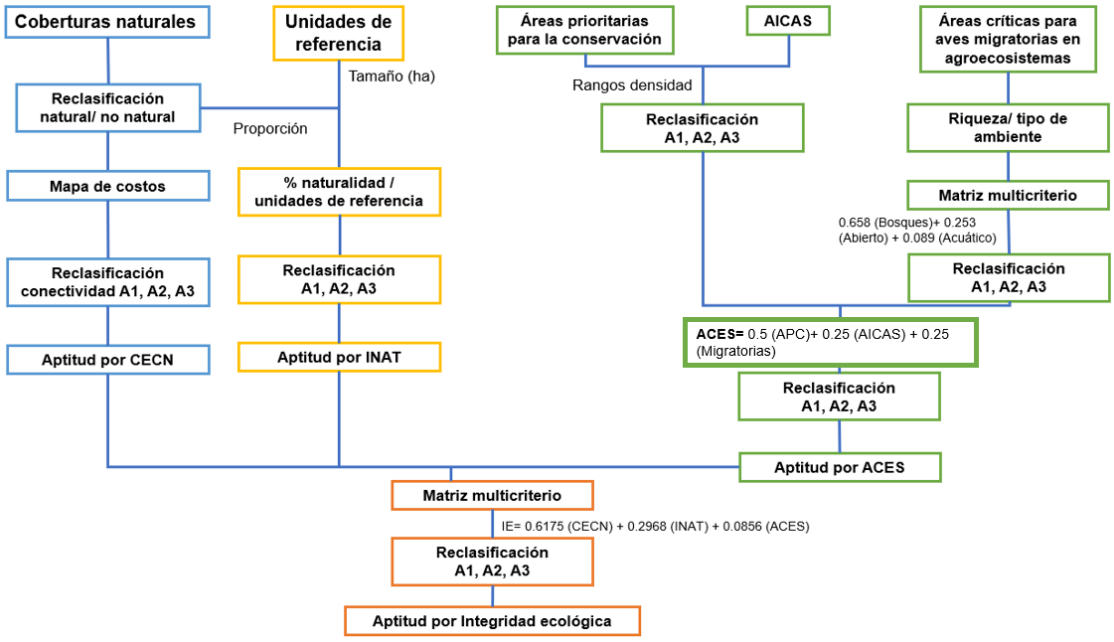


Figura 1. Esquema metodológico para la determinación de la aptitud del criterio integridad ecológica

Para la construcción del criterio, se realizó la integración de las variables, mediante la suma ponderada de sus valores de aptitud, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A_{IE} = \alpha A_{CECN} + \beta A_{INAT} + yA_{ACES}$$

En la que α, β y γ representan los coeficientes o factores de ponderación de la aptitud de las tres variables, los cuales se determinan mediante el criterio de experto.

Para este proceso, los valores respectivamente son:

α=0,6175
β=0,2968
γ=0,0856

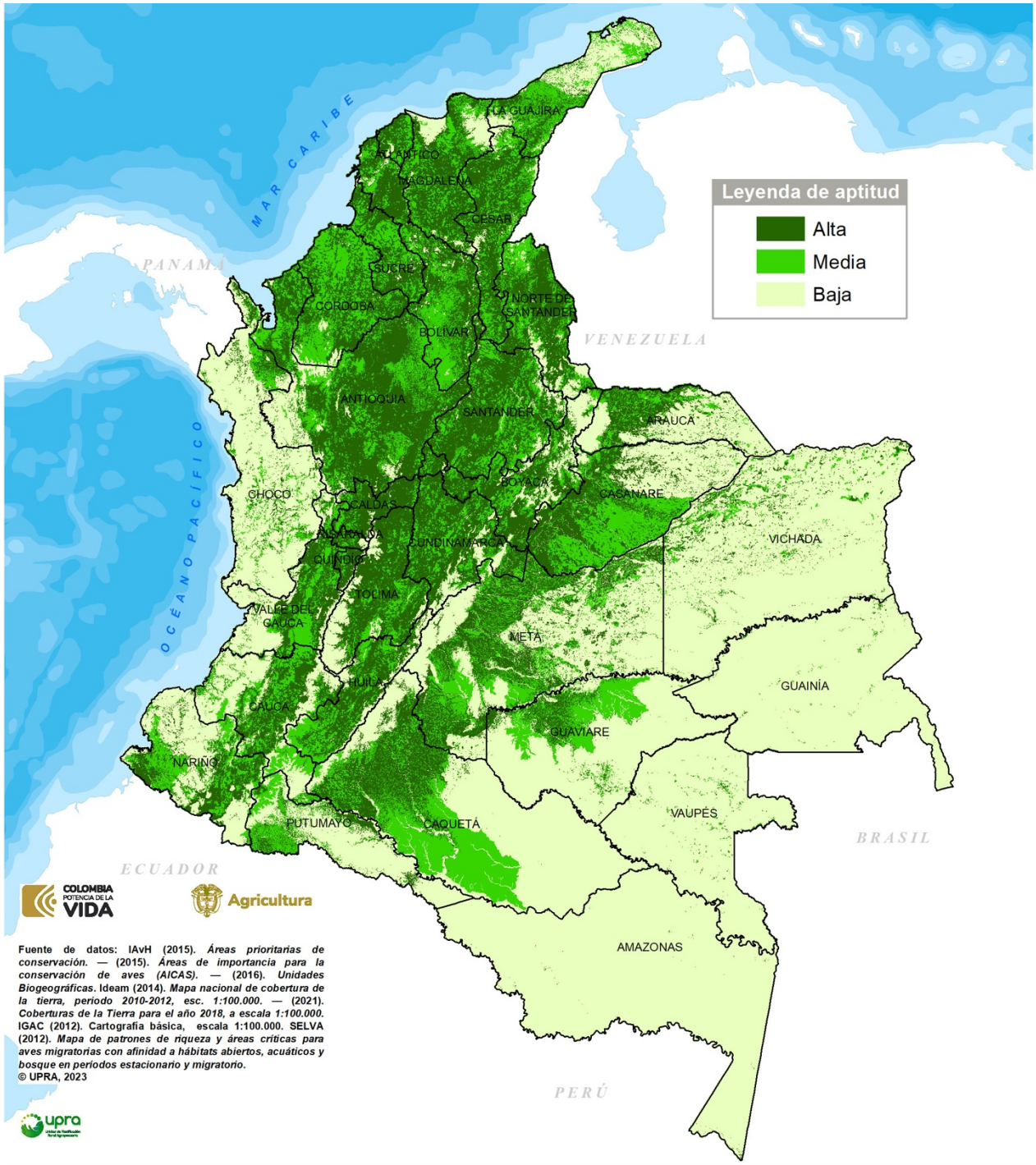
Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, A1, A2 y A3, como se presentan en la siguiente tabla, empleando los Intervalos geométricos como método de agrupamiento del software ArcGis:

Criterio	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja(A3)	No Apta(N1)
Integridad Ecológica	Valores menores del rango del criterio, clasificados por cortes naturales. La actividad productiva irrumpe en baja medida, sobre la conectividad natural, espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. (1.519-3,0)	Valores intermedios del rango del criterio, clasificados por cortes naturales. La actividad productiva irrumpe en grado moderado la conectividad natural, los espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con cierta precaución durante el proceso productivo. (1.107 – 1.519)	Valores mayores del rango del criterio, clasificados por cortes naturales. Lugares en donde la integridad ecológica es mayor. La actividad productiva irrumpe fuertemente la conectividad natural, los espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con mayor precaución durante el proceso productivo. (<1.107)	No aplica

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Conectividad Estructural de las Coberturas Naturales (CECN)	Categoría de costo - distancia acumulada	Conectividad baja. >17500	Conectividad media. 0 - 17500	Conectividad alta. 0	No aplica
Naturalidad (INAT)	Índice de naturalidad (Varía entre 0 – 100%)	Naturalidad muy baja – vital (0 – 5%) Naturalidad baja – estratégica (5 – 30%) Naturalidad moderada (30 – 50%)	Naturalidad alta (50 – 75%)	Naturalidad muy alta – protección (75 – 100%)	No aplica
Áreas de Concentración de Especies Sensibles (ACES)	Categorías de concentración de especies sensibles.	Zonas de muy baja densidad de especies sensibles <3 * Áreas sin identificación o baja presencia de APC * Ausencia de AICAS (ln(D) < -8,085) * Áreas sin importancia para especies migratorias. >1.51	Zonas de baja densidad de especies sensibles 1.6 – 2.3 * APCs con alta presencia de especies sensibles * AICAS con densidad muy baja o baja de especies sensibles (Ln(D) = -8,085 a -4,189) * Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias 1.51 – 1.34	Zonas de Moderada, alta y muy alta densidad de especies. 1 – 1.6 * APCs con densidad muy alta asociada a coberturas naturales * AICAS con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles (Ln(D) = -4,189 a 1,670) * Áreas de importancia muy alta para especies migratorias <1.34	No aplica

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ciontescu, N. (2012). Instructivo metodológico para la evaluación de atributos e integridad ecológicos en áreas protegidas. ArcGIS-Fragstats. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Corcoran, P. (2005). «La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra». En: B. Mackey. La carta de la Tierra en acción: hacia un mundo sostenible (pp. 68-71). Ámsterdam: KIT Publishers BV.
- Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16), pp. 135-148.
- IAvH y ANH. (2010). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000. Bogotá: IAvH y ANH.
- IAvH. (2015). Áreas importantes para la conservación de las aves, escala 1:100.000. Bogotá: IAvH.
- IDEAM. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: IDEAM, 72 pp.
- _. (2010). Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.
- _. (2021). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2018-2020, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- SELVA. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre SELVA y UPRA. 165 pp. Bogotá, Colombia. Global Impacts. Springer-Verlag Berlín

2.6.1. Variable conectividad estructural de coberturas naturales (CECN)

<table>
<tr><td colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</td></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: categoría de costo - distancia acumulada</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td colspan="2">Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

La conectividad, se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (McArthur y Wilson, 1967, Tischendorf y Fahrig, 2000; Correa, 2009), por lo cual requiere establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencias, contrastes) en el territorio, que limiten o impriman mayor costo para el flujo de la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos, fundamentales para el desarrollo de los sistemas productivos y la sostenibilidad del territorio.

En todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). Por tanto, la variable parte del análisis de la distancia entre fragmentos naturales funcionales, y las rutas con menor costo (resistencia/contraste) para el desplazamiento de la biodiversidad a través del paisaje.

De esta forma, en términos de la aplicación en el presente estudio, en áreas con mayor conectividad de las coberturas naturales, la aptitud para establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo es baja.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La importancia de la variable de Conectividad estructural para este estudio radica en que contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental, mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, flujos e información necesarios para el funcionamiento natural de la cual dependen, en gran medida, los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos, movilidad de la

biodiversidad y la continuidad en prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Esta variable no genera exclusión (N1). Se identifica un rango de variación entre 0 (sin conectividad) y 1 (altamente conectado). Se establece un rango de variación empleando los intervalos geométricos como método de agrupamiento del software ArcGis

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Al basarse en la capa base oficial de Coberturas de la Tierra 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (IDEAM, 2010a), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido desde el 2018.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, como elemento necesario para el desplazamiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas. Para dicho análisis se parte del mapa de coberturas de la Tierra, adaptada para Colombia (IDEAM, 2010a). Adicionalmente se identifican las coberturas no naturales y el grado de artificialidad, a partir del cual se definen los pesos de resistencia de paso, a partir de esto se determina el costo de desplazamiento de las especies haciendo uso de la herramienta costes del programa ArcGis.

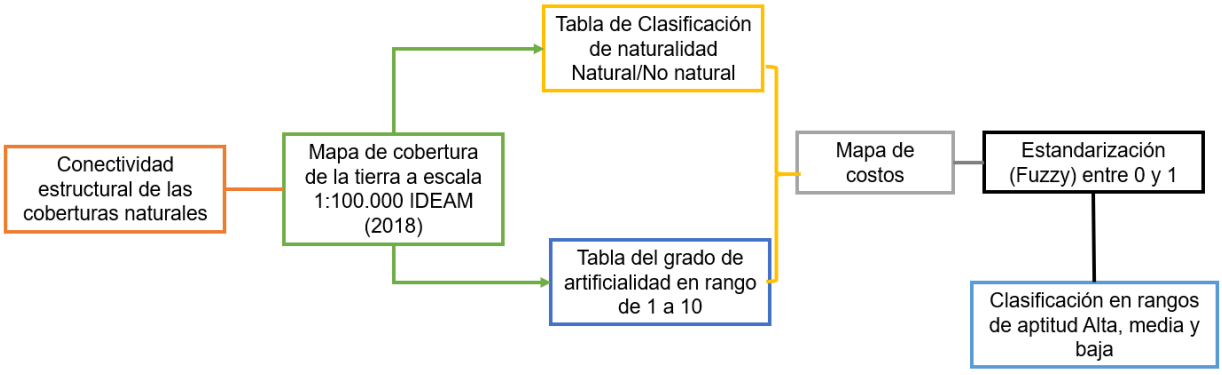


Figura 2. Esquema metodológico de la variable de conectividad estructural.

Para establecer las calificaciones de artificialidad en la tabla se consideraron:

- Áreas que representan un alto costo para la conectividad de las estructuras de las coberturas naturales como los territorios artificializados, la calificación es 10.
- La resistencia de las coberturas se califica conforme a un modelo de resistencia, que de acuerdo con Correa (2009), describe los parámetros que confieren mayor o menor movilidad a las especies o los servicios ecosistémicos a través de la matriz del paisaje. Por tanto, áreas que corresponden a la misma cobertura existente, o con un área de bosques o coberturas naturales en la que el costo sea menor, le corresponde una calificación de 1.
- En las áreas con actividades agropecuarias, la calificación se hace respecto al impacto que puede tener el desarrollo de estas actividades en los procesos de conectividad; la calificación puede variar entre 2 y 9.
- Se consideraron las áreas húmedas y los cuerpos de agua con un costo moderado para la conectividad, ya que estas permiten la relación de las distintas especies.

Tabla 3. Calificación de costos para el criterio conectividad estructural

Calificación	
Artificialidad alta	10
Artificialidad media	9
Artificialidad baja	8
Semi-artificial alto	7
Semi-artificial medio	6
Semi-artificial bajo	5
Sin artificialidad bajo	4
Sin artificialidad medio	3
Sin artificialidad alto	2
Natural	1

Fuente: UPRA, 2018.

Identificadas las coberturas naturales del territorio, con la calificación de la artificialidad, se realizó el mapa de costo de distancia (coste de distancia) a través del análisis de sistema de información geográfica SIG, con el fin de establecer la aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo. De forma general, la conectividad baja, para este ejercicio, tiene aptitud alta (A1), conectividad media, aptitud media (A2), y la alta conectividad tendrá menor aptitud (A3).

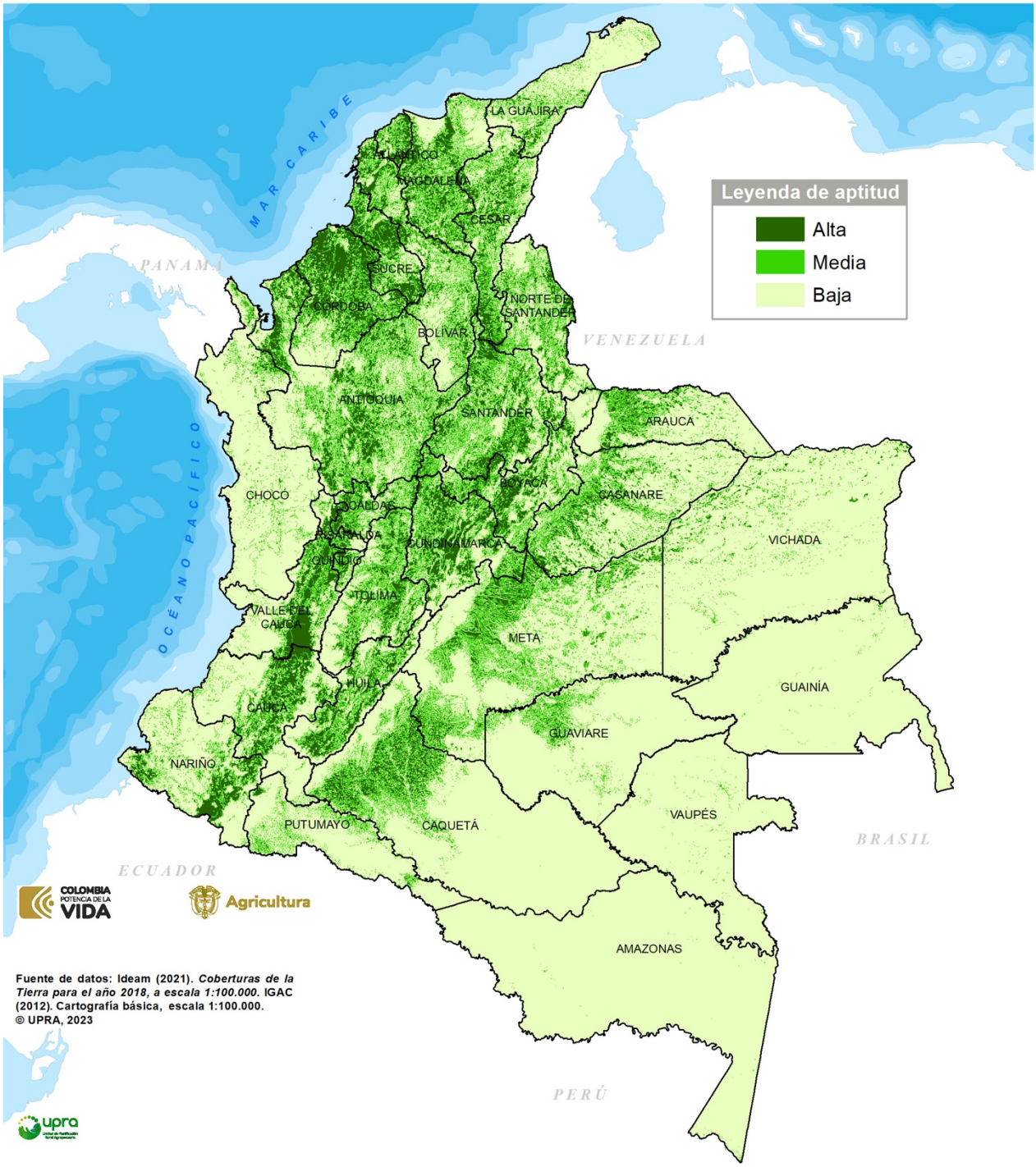
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para la obtención de rangos, se establece una clasificación en tres clases, por el método de intervalos geométricos dada la distribución asimétrica de los datos con respecto a la mediana. De esta forma, cada clase contiene aproximadamente el mismo número de valores.

Calificación de la variable
Conectividad estructural de las coberturas naturales – CECN

Conectividad (costo – distancia acumulada)	**Aptitud**
Conectividad baja. >17.500	Alta (A1)
Conectividad media. 0 – 1.500	Media (A2)
Conectividad alta. 0	Baja(A3)
No aplica	No apta

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Correa A., C. A. 2009. Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. *Revista Pérez-Arbelaezia*, (19), 115-139.
- Ideam, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. 1967. La teoría de la biogeografía de la isla. Princeton, New Jersey: Universidad de Princeton.
- Tischendorf, L. y Fahrig, L. 2000. How should we measure landscape connectivity? Landscape Ecology 15: 633-641.

2.6.2. Variable índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: proporción de área de la unidad biogeográfica (%).</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Está referida a las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales; que son necesarios para sustentar la vida.

La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis, está determinada por la cantidad de espacios que permiten la prevalencia de los procesos naturales necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio (Vélez y Gómez, 2008). De esta forma, en cada unidad biogeográfica se calcula la superficie ocupada por todas aquellas coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas, superficies de recarga hídrica, etc.), en proporción al tamaño de la unidad biogeográfica.

Así entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, por cuanto las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor y moderada naturalidad, mayor será la aptitud para el establecimiento de esta producción ganadera, por cuanto no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La importancia de la variable de naturalidad para este estudio radica en que contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental de la unidad geográfica de análisis (unidad biogeográfica), mediante la cantidad de espacios disponibles para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Esta variable no genera exclusión (N1). Se identifica un rango de variación porcentual respecto al área de la unidad biogeográfica, y se establece un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Al basarse en la capa base oficial de Coberturas de la Tierra 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido desde el 2018.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para este estudio se relaciona el área de todos los tipos de coberturas naturales (vegetación y recursos hídricos) según la clasificación de Corine Land Cover (a partir del mapa oficial de coberturas, escala 1:100.000, elaborado por las entidades del SINA (IDEAM, 2021). Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de Unidades biogeográficas facilitado por el Instituto Alexander von Humboldt (2017).

INAT = Superficie de coberturas naturales (ha)/ tamaño de unidad biogeográfica (ha)

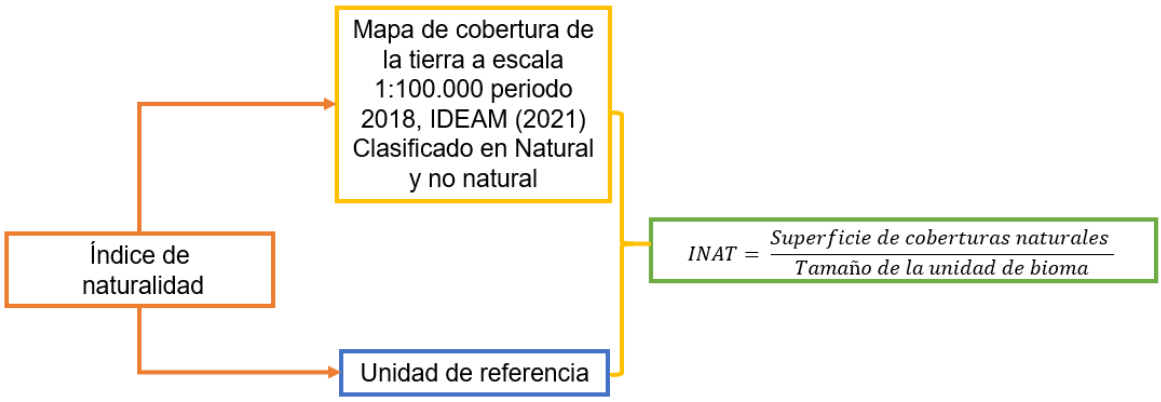


Figura 3. Esquema metodológico de la variable índice de naturalidad

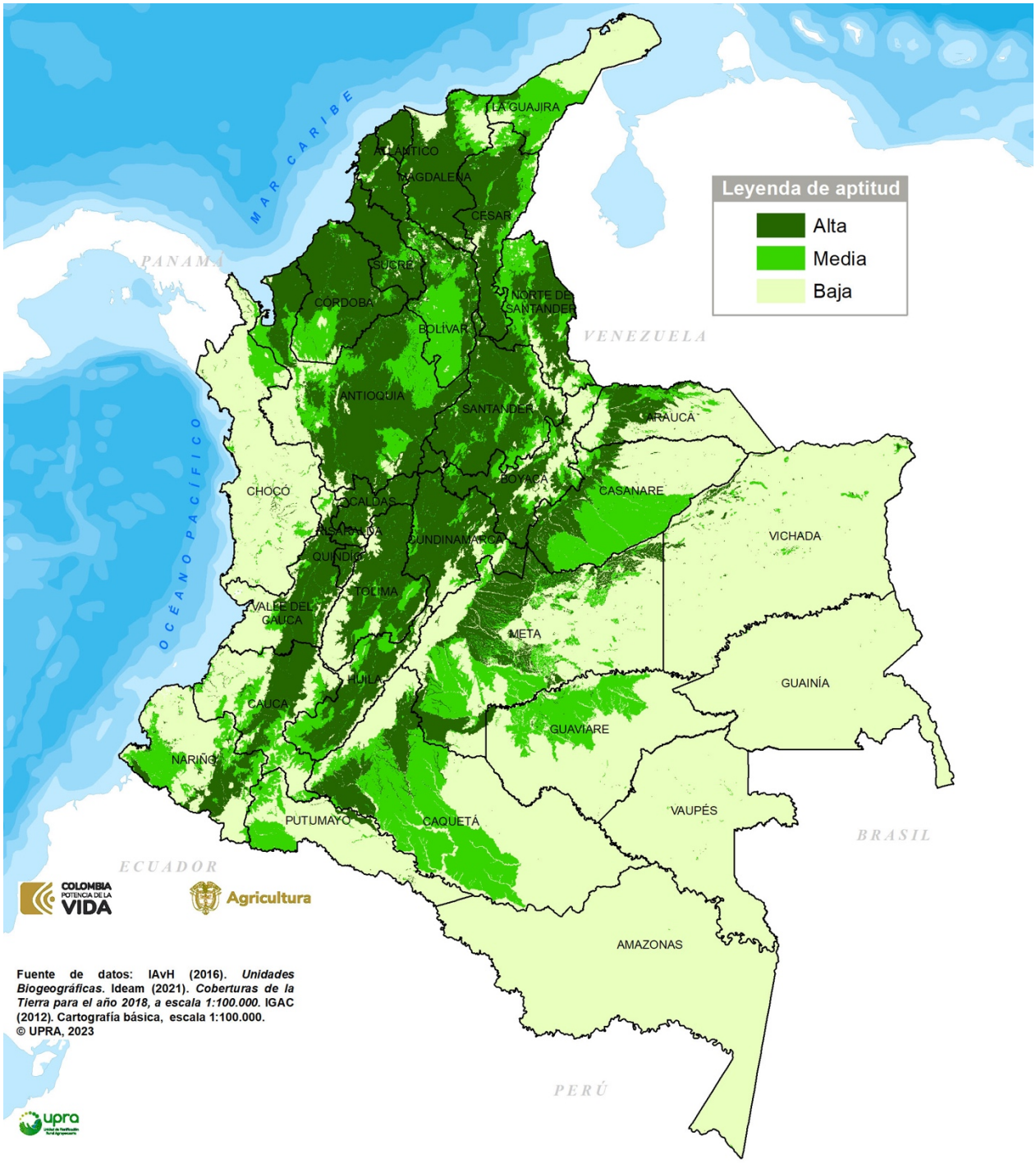
RANGO DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003) y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo.

Calificación de la variable Índice de naturalidad (INAT) por unidad biogeográfica. (Adaptado a partir de Márquez, 2003)

Descripción	Rango (%)	Aptitud
%INAT muy baja – vital %INAT baja – estratégica %INAT moderada	Menor al 50	Alta (A1)
%INAT alta	50 – 75	Media (A2)
%INAT muy alta – protección	75 – 100	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Variable índice de naturalidad (INAT)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IDEAM, 2010ª. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.
- IDEAM. 2014. Estudio Nacional del Agua – ENA. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.
- Márquez-C., G. 2003. Ecosistemas estratégicos. Sociedad Geográfica de Colombia. Documento Electrónico. URL: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf. Descargado 20 de agosto de 2015.

2.6.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: adimensional. Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; Riqueza potencial de especies migratorias</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

La representatividad ecosistémica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP es reducida, y con ello el potencial para la conservación de la biodiversidad del país. Por esta razón, existen en el territorio nacional, áreas que, sin presentar figuras de protección, cuentan con altos valores para la conservación – AVC por sus niveles de concentración de biodiversidad (en especial de especies amenazadas, de distribuciones reducidas, o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración).

La variable establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como Áreas Prioritarias para la Conservación (APC), o la riqueza de especies migratorias en Áreas Críticas sobre agroecosistemas (AC). De igual forma, se integran las Áreas de Importancia para la Conservación de Aves Silvestres (AICAS).

Estas áreas son de importancia debido a que constituyen sitios de refugio para elementos de la biodiversidad sensible, los cuales prestan servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas, control de plagas, etc. Además, aportan en el funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos, a través de la integración de cadenas alimenticias, ciclos biogeoquímicos, entre otros.

De esta forma, entre mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, es menor la aptitud para el establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, por cuanto los procesos productivos presionan sobre los procesos que sostienen las poblaciones de

interés. Por el contrario, en áreas donde la concentración de estos elementos de la biodiversidad es baja, la aptitud para el establecimiento de este tipo de ganadería es mayor.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La importancia de la variable radica en que permite identificar áreas en donde el establecimiento de producción de caprinos en pastoreo puede generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones. Pero el enfoque radica en la continuidad que debe prevalecer en el territorio en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas, control biológico de plagas, etc.), de tal forma que entre mayor sea la concentración de especies sensibles, menor es la aptitud para el establecimiento de producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, puesto que pueden generar presiones recíprocas a los ciclos naturales de las especies.

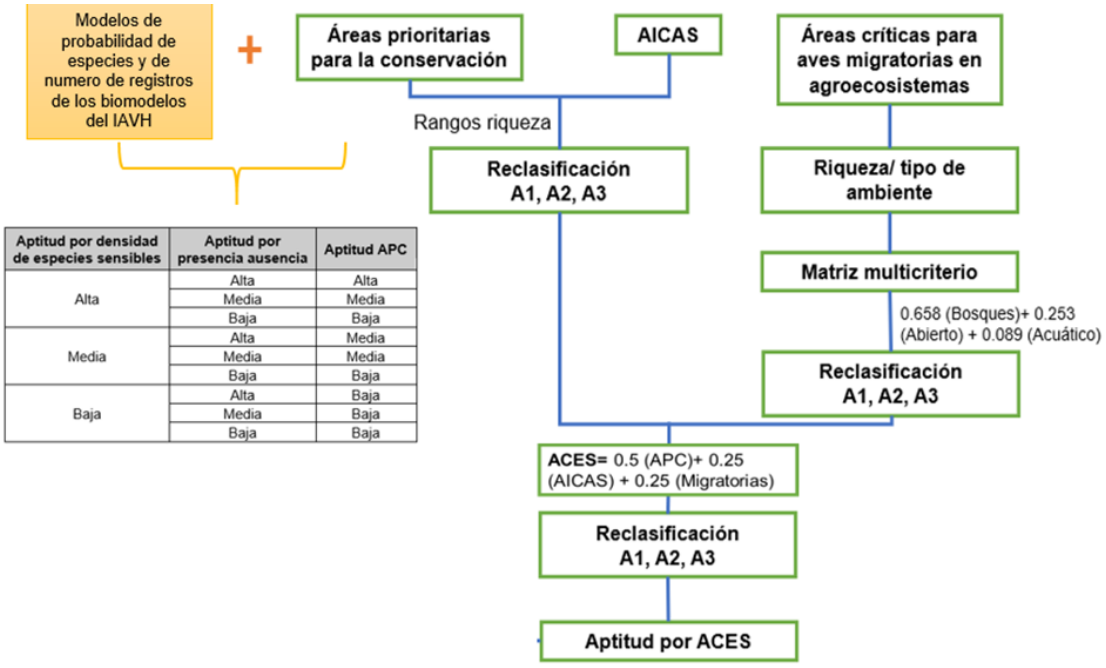
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No existen estudios a nivel nacional que determinen la distribución y concentración de especies sensibles, por lo que el cubrimiento no es homogéneo. Esto supone integrar varios estudios realizados con metodologías y finalidades para complementar el panorama nacional.

Partiendo del supuesto que en todo el país hay biodiversidad con valor de conservación, se destacan algunos lugares del territorio con concentración de esta. Por tanto, la variable supone una menor concentración en las áreas no conservadas, pero puede corresponder en realidad a estudios no elaborados, por lo que ha de complementarse a medida que se incorpore nueva información al respecto.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se construye a partir de los siguientes insumos: mapas de polígonos y bases de datos asociadas de áreas prioritarias de conservación, datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, libro rojo de especies amenazadas en Colombia, listas áreas de importancia para la conservación de aves – AICAS y riqueza potencial para aves migratorias en agroecosistemas. Se emplea la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAvH – ANH, 2013; AICAS, IAvH, 2015) y agroecosistemas (SELVA, 2012). El esquema metodológico de la variable se describe a continuación:



Aptitud por densidad de especies sensibles	Aptitud por presencia ausencia	Aptitud APC
Alta	Alta	Alta
	Media	Media
	Baja	Baja
Media	Alta	Media
	Media	Media
	Baja	Baja
Baja	Alta	Baja
	Media	Baja
	Baja	Baja

Áreas Prioritarias de Conservación (APC):

En el estudio, esta subvariable se mide a través de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en áreas prioritarias de conservación (APC) no declaradas en el Sinap, para lo cual se toma de base la información generada por el Instituto Alexander von Humboldt y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en 2013 en el portafolio de Áreas Prioritarias de Conservación (APC), escala 1:100.000. Adicionalmente, se incluyó la capa geográfica de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia —que están siendo utilizadas para los CONPES nacionales ambientales— con datos para 355 áreas sobre bioma y superficie (ha), datos de presencia/ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH y listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas.

Para incorporar esta información, se toman los Objetos de Conservación (Odc) de filtro fino y de filtro grueso del portafolio de Áreas Prioritarias de Conservación (APC), los cuales representan unidades de análisis para la conservación de elementos de la biodiversidad a nivel de especies o ecosistemas, respectivamente. Entre mayor sea el número N (riqueza) de especies sensibles o endémicas en relación con el tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio con el establecimiento de pasturas para la producción de caprinos.

Para este análisis se asigna a cada polígono de APC el valor de la densidad de la riqueza, teniendo en cuenta la riqueza por hectárea, calculando la riqueza mediante la suma de los valores

reportados de mamíferos, aves, peces, reptiles, anfibios y plantas. La definición de los rangos de aptitud se determina mediante intervalos geométricos.

Aptitud por densidad de especies sensibles	Descripción
Alta	Áreas sin identificación de APC (Ln(D) < a -10,02)
Media	APCs con densidad muy baja de especies sensibles (Ln(D) = -10,02 a -5,72) APCs con densidad baja de especies sensibles (Ln(D) = -5,71 a -2,77)
Baja	APCs con densidad moderada de especies sensibles (Ln(D) = -2,76 a -1,42) APCs con densidad alta de especies sensibles (Ln(D) = -1.42 a -0,06) APCs con densidad muy alta de especies sensibles (Ln(D) = -0,05 a 6,42)
No apta	No aplica

Posteriormente, se utilizó la capa de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia y los datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH y el listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas, para construir el parámetro denominado especies prioritarias, se deben incluir todos los biomodelos. Se contabilizan por medio de los datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, para asignar 1 para las especies presentes y 0 para su ausencia. Se asigna a cada unidad biogeográfica el valor de las especies amenazadas o endémicas que le corresponda. Posteriormente se unen estas dos tablas por medio del campo “unidad biogeográfica” en el software ArcGis 10.3. y se obtiene una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad, finalmente se realiza una clasificación de los valores obtenidos.

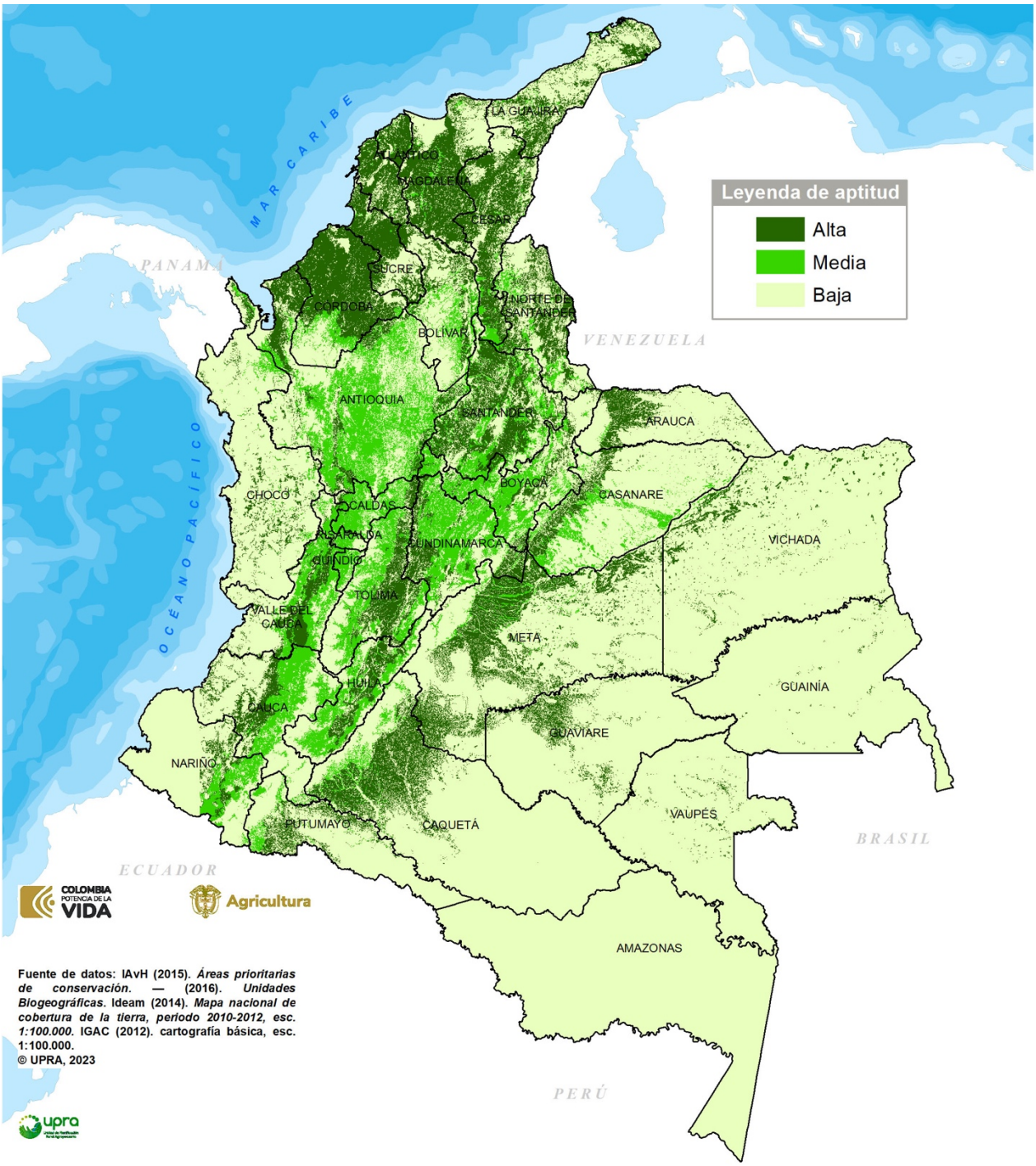
Posteriormente, se reclasifican los parámetros evaluados de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual se adopta el nivel de mayor restricción para ser consecuente con el principio de precaución, así:

Aptitud por densidad de especies sensibles	Aptitud por presencia ausencia	Aptitud APC
Alta	Alta	Alta
	Media	Media
	Baja	Baja
Media	Alta	Media
	Media	Media
	Baja	Baja
Baja	Alta	Baja
	Media	Baja
	Baja	Baja

Una vez obtenido este mapa, se realizó una comparación con las áreas naturales, y aquellas que contenían áreas naturales se calificaron con aptitud baja A3, es decir todas las áreas naturales se mantuvieron con aptitud A3, y los APC se clasificaron en aptitud media y alta, en aquellas zonas donde no existe coberturas naturales.

Los rangos de aptitud para APC finalmente son:

Aptitud por densidad de especies sensibles	Descripción
Alta	Áreas sin identificación de APC (Ln(D) < a -10,02)
Media	APCs con densidad muy baja de especies sensibles (Ln(D) = -10,02 a -5,72) APCs con densidad baja de especies sensibles (Ln(D) = -5,71 a -2,77)
Baja	APCs con densidad moderada de especies sensibles (Ln(D) = -2,76 a -1,42) APCs con densidad alta de especies sensibles (Ln(D) = -1.42 a -0,06) APCs con densidad muy alta de especies sensibles (Ln(D) = -0,05 a 6,42)
No apta	No aplica



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Subvariable áreas prioritarias de conservación (APC)

Representación cartográfica de la subvariable Áreas Prioritarias de Conservación (APC)

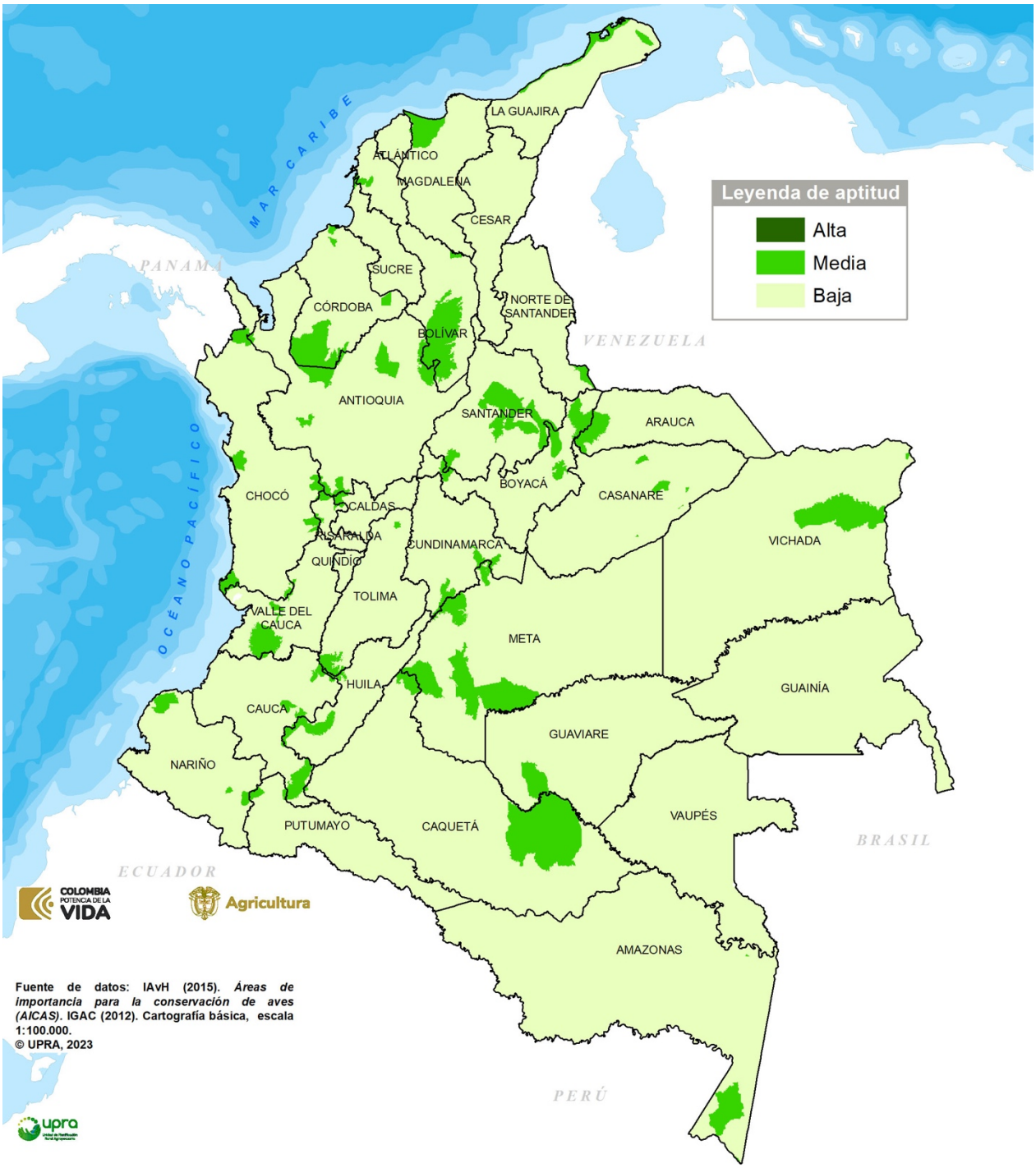
Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS)

Para el desarrollo y análisis de las AICAS, se tomó la información suministrada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt IAVH, relacionada con AICAS, en formato *shape* y documental. Se ajustó la riqueza de la capa AICAS (IAvH, 2015) de acuerdo con la información publicada en la página BirdLife International, tomando las categorías de especies vulnerables y amenazadas de cada AICA. De la base de datos de especies se excluyeron las AICAS sin información georreferenciada y las especies duplicadas; posteriormente, para cada AICAS se definió el número de especies por categoría de amenaza a nivel nacional. Se definieron rangos de riqueza aplicando la herramienta Natural *breaks* de ArcGis.

Para cada AICA se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (En Peligro Crítico, En Peligro y Vulnerables) que se reporta en cada AICA de acuerdo con la base de datos facilitada y, se divide por el área del AICA en Km2.

Finalmente, para la reclasificación se calcula el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinan los rangos para su reclasificación:

Rango (ln D)	Descripción	Código
Menor a -8,085	Áreas sin identificación de AICAS	A1
-8,085 - -6,137 - 6,137 - -4,189	AICAS muy baja de especies sensibles AICAS baja de especies sensibles	A2
-4,189 - -2,241 -2,241 - -0,293 -0,293 - 1,67	AICAS moderada de especies sensibles AICAS alta de especies sensibles AICAS muy alta de especies sensibles	A3

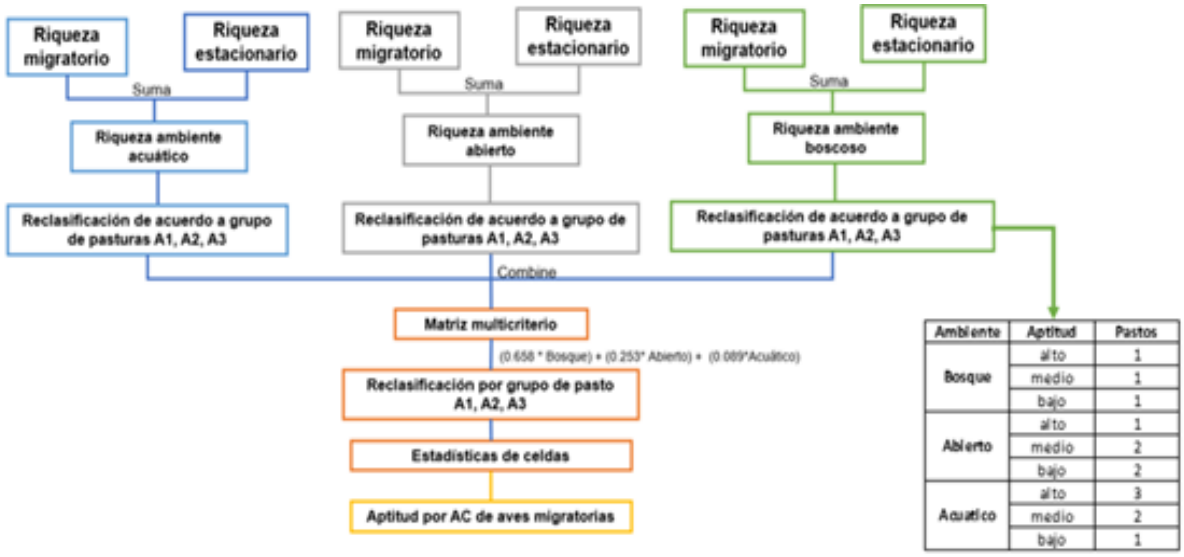


CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Subvariable áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS)

Representación cartográfica de la subvariable Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS)

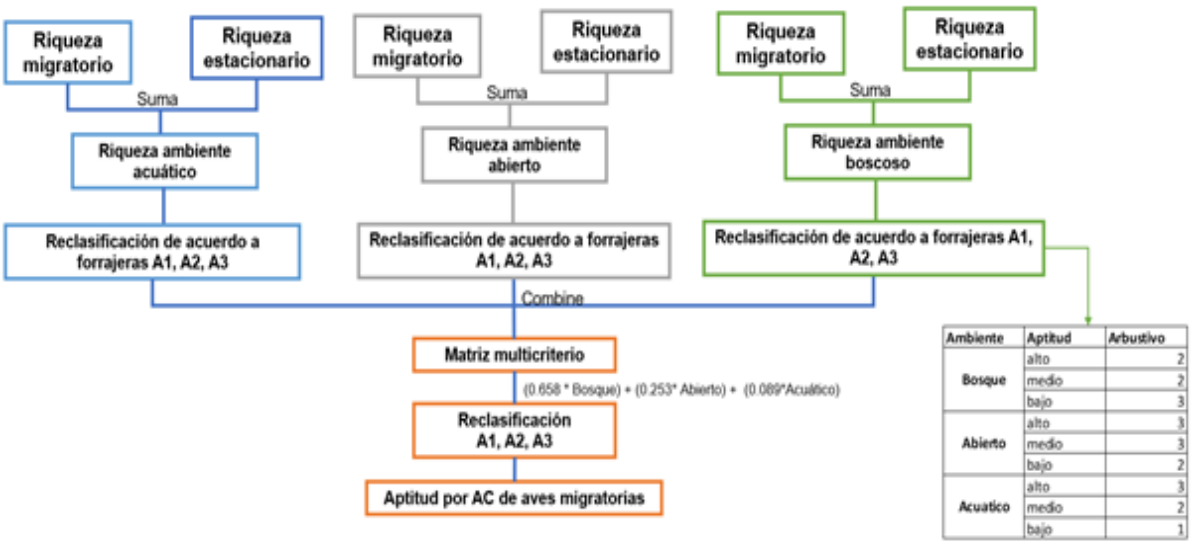
Áreas Críticas (AC) para Aves Migratorias en Paisajes Agropecuarios:

A partir de la información producida por Selva (2012), se emplearon las capas relacionadas con riqueza de especies de periodo estacionario y migratorio, asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Para los hábitats bosque y acuático se realizó un esquema por Fuzzy, donde uno (1) es la menor presencia y tres (3) la mayor. Seguido a esto los tres hábitats se reclasificaron y combinaron. La reclasificación se realizó teniendo en cuenta la implementación de pasturas y uso de forrajes naturales para la producción de ganadería caprina, y su afectación en la aptitud de la riqueza. La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud de pastos de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, en los periodos migratorio y estacionario, sumando estas dos capas a fin de identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.



Ambiente	Aptitud	Pastos
Bosque	alto	1
	medio	1
	bajo	1
Abierto	alto	1
	medio	2
	bajo	2
Acuatico	alto	3
	medio	2
	bajo	1

La aptitud para forrajes se describe en la siguiente figura:



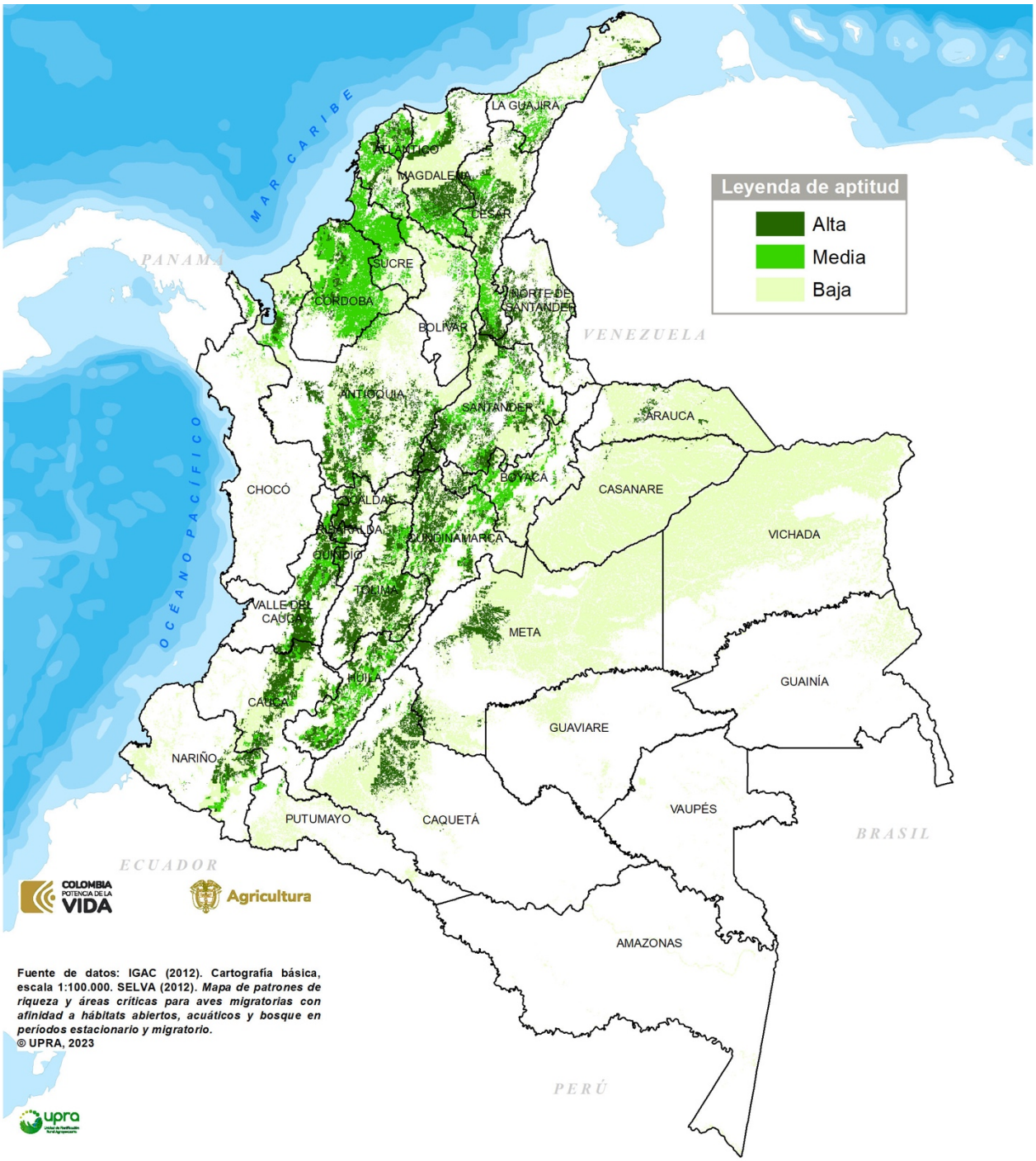
La consolidación de los diferentes ambientes tanto para pastos como forrajes, se realizó mediante matrices multicriterio, las cuales permiten determinar el porcentaje de participación de cada ambiente:

Riqueza de especies migratorias = (0.658 * Bosque) + (0.253* Abierto) + (0.089*Acuático)
Posteriormente se integra pastos y forrajes, teniendo en cuenta:

Riqueza de especies migratorias = 0.3(Pastos) + 0.7(forrajes)

Los valores de la riqueza se reclasifican aplicando la herramienta intervalos geométricos de ArcGis para asignar categorías de aptitud.

Rango	Aptitud
1,51>	A1
1,34 - 1,51	A2
<1,34	A3



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Subvariable áreas críticas para aves migratorias en paisajes agropecuarios

Representación cartográfica de la subvariable Áreas Críticas (AC) para Aves Migratorias en Paisajes Agropecuarios

Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad, y evitar redundancias, se realiza también a través matrices multicriterio, obteniendo los siguientes pesos:

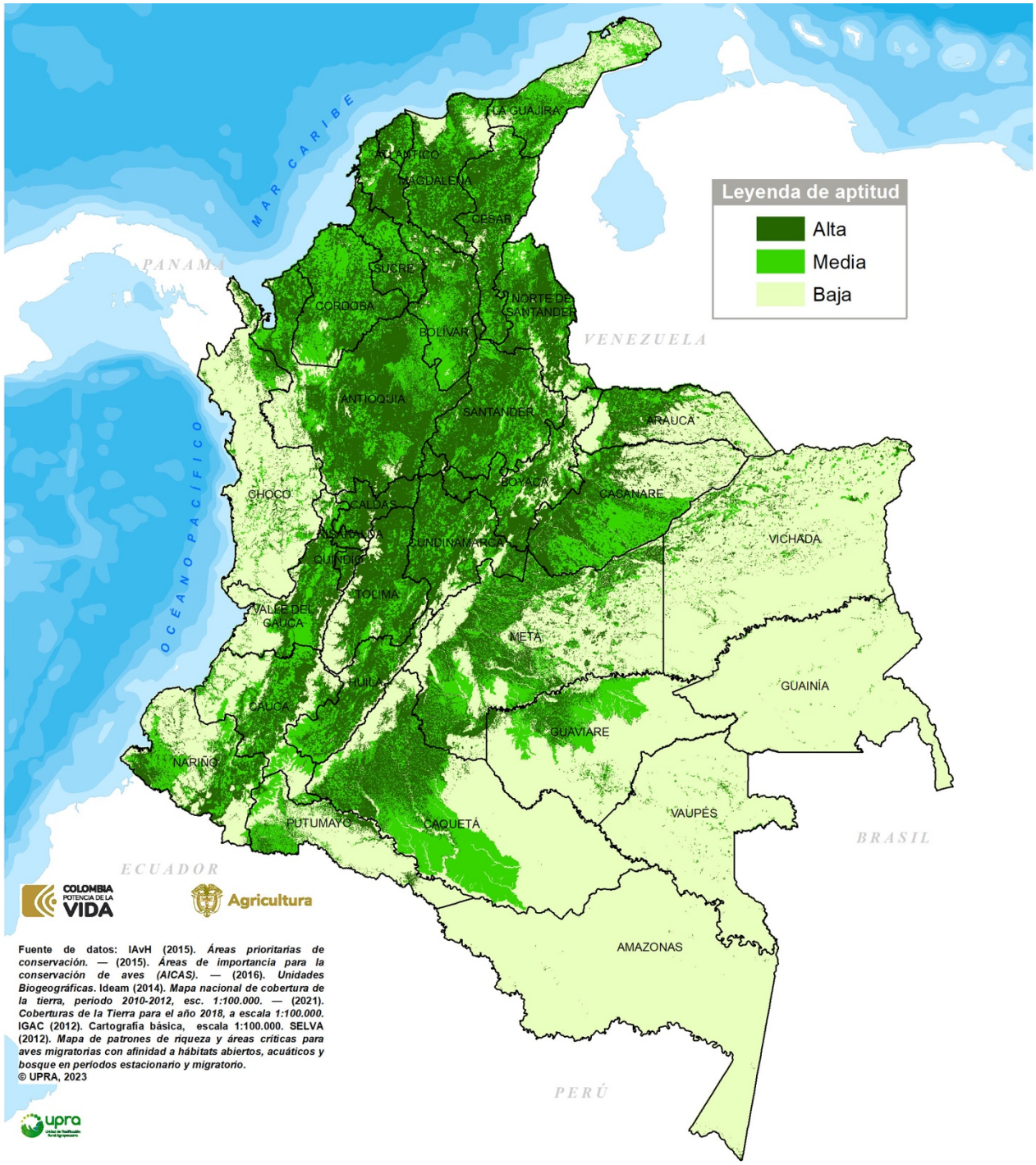
ACES= 0.5 (APC)+ 0.25 (AICAS) + 0.25 (Migratorias)
Para aquellas áreas que no presentan información de especies migratorias se manejó la siguiente integración:

ACES= 0.7(APC)+0.3(AICAS)

La definición de aptitud se realizó a través de intervalos geométricos.

Rango	Aptitud
2.27- 3.0	Alta (A1)
1.6 - 2.27	Media (A2)
<1.6	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. 2009. Colombia. Pp 135 –148 in C. Devenish, D. F. Díaz Fernández, R. P. Clay, I. Davidson y I. Yepes Zabala Eds. Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series N.° 16).
- García- Márquez, J. R. I. Moreno y O. Sacharow. 2012. Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia. Informe final del Convenio 044 del 2012 entre Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA. 165 pp. Bogotá, Colombia.
- Instituto Alexander von Humboldt – Agencia Nacional de Hidrocarburos. AvH-ANH. 2010. Áreas prioritarias para la conservación. Escala 1:250.000
- Instituto Alexander von Humboldt. 2015. Mapa de Áreas Importantes para la Conservación de las Aves - AICAS. Fuente de datos: F. Gary Stiles (Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional), Alonso Quevedo Gil, Hermano Roque Casallas (Museo de La Salle), Mijael Brand Prada, Dr. Kristof Zyskowski (Yale University´s Peabody Museum of Zoology), Dr. J. Van Remsen (Louisiana State), Asociación Calidris.
- SELVA, 2012. Mapas de Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos. Convenio N.° 044 del 2012 SELVA – UPRA. Bogotá.

2.7. Criterio cambio de cobertura

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: CAMBIO DE COBERTURA		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Cambio de cobertura de la tierra, expresado como categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo.		

DEFINICIÓN

La cobertura de la tierra puede definirse como el recubrimiento biofísico que se observa sobre la superficie de la tierra (Di Gregorio, 2005) y describe la vegetación y elementos antrópicos existentes sobre esta.

La cobertura de la tierra y los cambios que ocurren dentro de ella, son fundamentales para un gran número de procesos físicos del cambio global. Este criterio es relevante para determinar la aptitud del territorio, debido a que es el resultado de la interacción de una serie de factores físicos, económicos, tecnológicos, institucionales y culturales que operan en diferentes escalas espaciales y temporales y que se correlacionan con procesos que ocurren a nivel de los ecosistemas y las poblaciones biológicas; cualquier tipo de cambio de cobertura que ocurra por diversas actividades humanas, inciden en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas incluyendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Lambin y Geist 2006, Di Gregorio, 2005); es decir, las coberturas son el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos naturales y sociales característicos.

Este criterio determina la aptitud del territorio al cambio de cobertura existente, asociado para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, determinando la favorabilidad o no del cambio de la cobertura, en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo los principios que se mencionan a continuación:

- Grado de antropización y transformación de las coberturas.
- Importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura de acuerdo con sus diferentes características.
- Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar la favorabilidad para establecer producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo bajo una visión integral del territorio, de esta forma es posible calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas donde el cambio propuesto genera menor impacto socioecosistémico.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable, en primera instancia la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia", permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, sin embargo, ésta engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Las exclusiones técnicas del criterio cambio de cobertura fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

A. **Coberturas que no hacen parte de la frontera agrícola nacional:** se tomó como primer referente de exclusión, todas aquellas coberturas que no son parte de la frontera agrícola (Resolución Minagricultura N.° 261 de 2018), las cuales se relacionan a continuación:

1.1.1. Tejido urbano continuo	1.4.1.6. Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.4.2.1. Áreas culturales	3.2.1.1.2.3. Arracachal
1.2.1.1. Zonas industriales	1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso
1.2.1.2. Zonas comerciales	1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso

1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto Inundable heterogéneo	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.3.1. Zonas portuarias fluviales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.2. Aeropuerto sin infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.1. Zonas arenosas naturales
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.1. Playas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.1. Otras explotaciones mineras	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.1.3. Campos de dunas
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.3. Bosque fragmentado	4.1.1. Zonas pantanosas
1.3.1.4. Explotación de oro	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.2. Turberas
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.2.1. Pantanos costeros
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.5.1. Plantación de coníferas	4.2.2. Salitral
1.3.2.1. Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.3.2.4. Relleno sanitario	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	5.1.1. Ríos
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	5.2.1. Lagunas costeras
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	5.2.3. Estanques para acuicultura marina
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	

B. **Coberturas incompatibles con el TUT:** además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles las cuales se enlistan a continuación:

Coberturas
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses
5.1.4.2. Lagunas de oxidación
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

C. **Bosques naturales 2010:** la capa de bosques naturales al año 2010 se obtiene del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (Imágenes escala fina Landsat escala 1:100.000) del Ideam (2016). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y a la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efectos Invernadero (GEI), a partir del cual, se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. En este mismo año también se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la reclasificación de la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia", la cual proporciona las características temáticas de cobertura y uso de la tierra del país. Esta requiere el conocimiento de sus recursos naturales, la evaluación de las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico, así como la actualización permanente de la información, facilitando así los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres (Ideam, 2010). Análisis a escala 1:100.000 de ambas fuentes.

Para la construcción de este criterio también se hace uso de la información referente a biomas desarrollada en el Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (Ideam et al., 2015), a través de este análisis se califica la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan, como se observa en el esquema metodológico.

El procesamiento incluye una unión de los insumos cartográficos nombrados con anterioridad, lo cual permite obtener polígonos de cobertura-bioma, que posteriormente son categorizados de acuerdo con su aptitud.

Se tomaron las agrupaciones de pasturas y se conformaron tres grupos, así:

a. Agrupaciones I y II (pastos de clima frío y templado)
b. Agrupaciones III, IV y VI (pastos de clima cálido)
c. Agrupaciones V, VII y VIII (pastos de clima cálido y adaptados a las áreas inundables).

Adicionalmente se crearon cuatro agrupaciones correspondientes a especies forrajeras:

1. Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), Centrocema (*Centrocema spp*), Frijol terciopelo (*Stizolobium deeringianum y Mucuna deeringiana*), soya perene (*Glycine wightii*).
2. Tréboles de frío (*Trifolium pratense, Trifolium repens, Lotus corniculatus*), Alfalfa (*Medicago sativa*)
3. Leucaena (*Leucaena spp*), Mataratón (*Gliricidia sepium*), Guásimo (*Guazuma ulmifolia*), Totumo
4. Acacia (*Acacia decurrens*), Sauco (*Sambucus nigra*).

Posteriormente, se tomaron las unidades de cobertura-bioma y se calificaron. La evaluación toma en cuenta el tipo de bioma, en donde se localiza cada unidad de cobertura. Este procedimiento implicó analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, con el fin de determinar el grado de aptitud o establecer si sus características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica) hacen favorable o no el establecimiento de ganadería caprina.

Este ejercicio se desarrolló para cada una de las agrupaciones de pastos y forrajes que fueron consideradas, tal como se describe a continuación.

a. Agrupaciones I y II:

La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en las siguientes tablas:

Aptitud Alta (A1)
Orobioma alto de Santa Marta
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
Orobioma medio de Santa Marta
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado

3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
Orobiomas altos de los Andes
2.4.1. Mosaico de cultivos
3.1.5. Plantación forestal
3.1.5.1. Plantación de coníferas
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
Orobiomas medios de los Andes
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.2. Caña
2.2.1.2.1. Caña de azúcar
2.2.1.2.2. Caña panelera
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.2. Café
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.2.4. Cultivos agroforestales
2.2.5. Cultivos confinados
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Aptitud media (A2)
Orobioma medio de Santa Marta
2.2.2.2. Café
Orobiomas altos de los Andes
2.2.2.2. Café
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Orobiomas medios de los Andes
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.4. Hortalizas
2.1.5. Tubérculos
2.1.5.1. Papa
2.4.1. Mosaico de cultivos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
Aptitud baja (A3)
Orobioma alto de Santa Marta
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
Orobioma medio de Santa Marta
2.3.1. Pastos limpios

2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Orobiomas altos de los Andes
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.4.1. Cebolla
2.1.5. Tubérculos
2.1.5.1. Papa
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.3.4. Zonas quemadas
Orobiomas medios de los Andes
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados

b. Agrupaciones III, IV y VI

Para estas agrupaciones se determinó que solo serían calificadas (A1, A2, A3 o N1) aquellas coberturas que se localizaran los siguientes biomas:

Halobioma del Caribe	Orobiomas azonales de Cúcuta
Halobiomas del Pacífico	Orobiomas azonales del Río Sogamoso
Helobioma de La Guajira	Orobiomas azonales del Valle del Patía
Helobiomas andinos	Orobiomas azonales Río Dagua
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Orobiomas bajos de los Andes
Helobiomas del Magdalena y Caribe	Orobiomas medios de los Andes
Helobiomas del Pacífico y Atrato	Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia
Helobiomas del río Zulia	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
Helobiomas del Valle del Cauca	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia

Orobioma de La Macarena	Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
Orobioma de San Lucas	Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
Orobioma del Baudó y Darién	Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
Orobioma medio de Santa Marta	Zonobioma seco tropical del Caribe

La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla.

Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.2. Cereales	2.1.4. Hortalizas	2.1.2. Cereales
2.1.2.1. Arroz	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.1.2.1. Arroz
2.1.5.1. Papa	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.1.2.2. Maíz
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.2. Caña	2.1.2.3. Sorgo
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.2.2. Caña panelera	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas
2.2.1.2.1. Caña de azúcar	2.2.1.3. Plátano y banano	2.1.3.1. Algodón
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.1.3.4. Soya
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	2.1.4. Hortalizas
2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.2.2. Café	2.1.5. Tubérculos
2.2.5. Cultivos confinados	2.2.2.3. Cacao	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2.2.2.4. Viñedos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
3.1.5. Plantación forestal	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.1.2. Caña
3.1.5.1. Plantación de coníferas	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	2.2.1.2.1. Caña de azúcar
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	2.2.3.2. Palma de aceite	2.2.1.3. Plátano y banano
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	2.2.3.3. Cítricos	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	2.2.5. Cultivos confinados	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.3.1. Pastos limpios	2.2.3.2. Palma de aceite
3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	2.3.2. Pastos arbolados	2.2.3.3. Cítricos
3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	2.3.3. Pastos enmalezados	2.2.3.4. Mango
	2.4.1. Mosaico de cultivos	2.2.4. Cultivos agroforestales
	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados

	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales 3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado 3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado 3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.3.1. Pastos limpios 2.3.2. Pastos arbolados 2.3.3. Pastos enmalezados 2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos 2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales 3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos 3.1.5. Plantación forestal 3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado 3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas 3.3.4. Zonas quemadas

c. Agrupaciones V, VII y VIII:

Para estas agrupaciones se determinó que solo serían calificadas (A1, A2, A3 o N1) aquellas coberturas que se localizaran los siguientes biomas:

Halobioma del Caribe	Orobiomas azonales de Cúcuta
Halobiomas del Pacífico	Orobiomas azonales del río Sogamoso
Helobioma de La Guajira	Orobiomas azonales del Valle del Patía
Helobiomas andinos	Orobiomas azonales río Dagua
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Orobiomas bajos de los Andes
Helobiomas del Magdalena y Caribe	Orobiomas medios de los Andes
Helobiomas del Pacífico y Atrato	Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia
Helobiomas del río Zulia	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
Helobiomas del Valle del Cauca	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta

Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia
Orobioma de La Macarena	Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
Orobioma de San Lucas	Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
Orobioma del Baudó y Darién	Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
Orobioma medio de Santa Marta	Zonobioma seco tropical del Caribe

La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla.

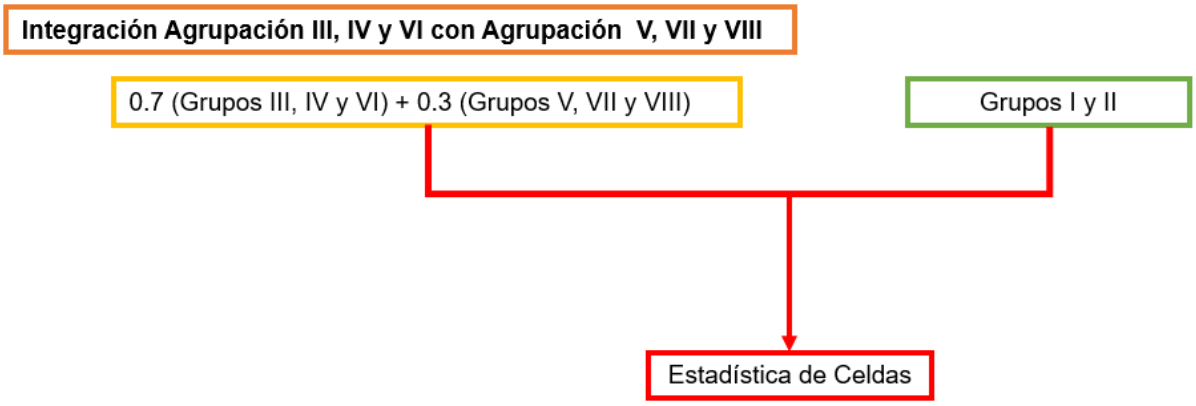
Aptitud Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas	2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.2. Cereales	2.1.4. Hortalizas	2.1.2. Cereales
2.1.2.1. Arroz	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.1.2.1. Arroz
2.1.5. Tubérculos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.1.2.2. Maíz
2.1.5.1. Papa	2.2.1.2. Caña	2.1.2.3. Sorgo
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.2.2. Caña panelera	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.3. Plátano y banano	2.1.3.1. Algodón
2.2.1.2.1. Caña de azúcar	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.1.3.4. Soya
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	2.1.4. Hortalizas
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.2.2. Café	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.2.3. Cacao	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.5. Cultivos confinados	2.2.2.4. Viñedos	2.2.1.2. Caña
2.4.1. Mosaico de cultivos	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.1.2.1. Caña de azúcar
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	2.2.1.3. Plátano y banano
3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2.2.3.2. Palma de aceite	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
3.1.5. Plantación forestal	2.2.3.3. Cítricos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
3.1.5.1. Plantación de coníferas	2.2.5. Cultivos confinados	2.2.3.2. Palma de aceite
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	2.3.1. Pastos limpios	2.2.3.3. Cítricos
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	2.3.2. Pastos arbolados	2.2.3.4. Mango
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	2.3.3. Pastos enmalezados	2.2.4. Cultivos agroforestales

3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados
3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	2.3.1. Pastos limpios
3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	2.3.2. Pastos arbolados
3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.3.3. Pastos enmalezados
3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
	3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
		2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
		3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos
		3.1.5. Plantación forestal
		3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
		3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
		3.3.3. Tierras desnudas y degradadas
		3.3.4. Zonas quemadas

Una vez realizada la reclasificación cualitativa para cada una de las agrupaciones de pasturas se generaron los respectivos mapas, y dos de los grupos fueron integrados mediante algebra de mapas, teniendo en cuenta:

0.7 (Grupos III, IV y VI) + 0.3 (Grupos V, VII y VIII)

Posteriormente se integró el grupo I y II con el anterior resultado de acuerdo con el proceso denominado “estadísticas de celdas”, el cual se generó a partir de la sobreposición de los tres mapas obtenidos y la selección del píxel con menor calificación. El proceso de construcción del mapa de cambio de cobertura para los grupos de pastos se muestra en la siguiente figura.



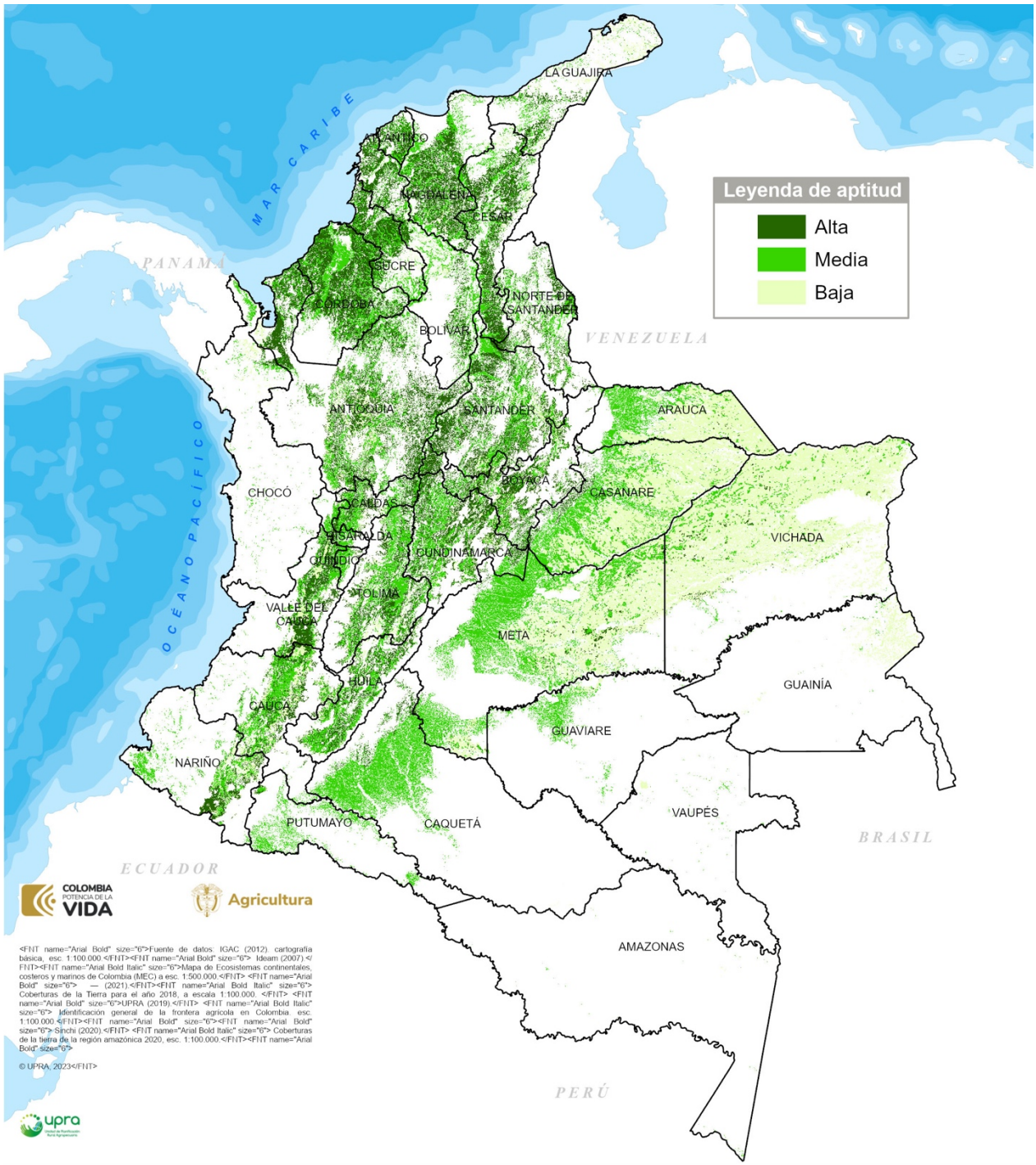


Figura 1. Integración de los grupos de pastos.

Para cada una de las agrupaciones de forrajes que fueron consideradas, se les realizó la calificación de coberturas tal como se describe a continuación:

Agrupación 1: Kudzú, Centrocema, Fríjol terciopelo, Soya Perenne
Para este grupo se determinó que solo serían calificadas (A1, A2, A3 o N1) aquellas coberturas que se localizaran los siguientes biomas:

Halobioma del Caribe	Orobiomas azonales de Cúcuta
Halobiomas del Pacífico	Orobiomas azonales del río Sogamoso
Helobioma de La Guajira	Orobiomas azonales del Valle del Patía
Helobiomas andinos	Orobiomas azonales río Dagua
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Orobiomas bajos de los Andes
Helobiomas del Magdalena y Caribe	Orobiomas medios de los Andes
Helobiomas del Pacífico y Atrato	Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia
Helobiomas del río Zulia	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
Helobiomas del Valle del Cauca	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia
Orobioma de La Macarena	Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
Orobioma de San Lucas	Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
Orobioma del Baudó y Darién	Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
Orobioma medio de Santa Marta	Zonobioma seco tropical del Caribe

La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla.

Aptitud Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.4. Hortalizas	2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.2.1. Arroz	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.1.2. Cereales
2.1.4. Hortalizas	2.2.1.2.2. Caña panelera	2.1.2.1. Arroz
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.1.2.2. Maíz
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	2.1.2.3. Sorgo
2.2.1.2. Caña	2.2.2.2. Café	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas
2.2.1.2.1. Caña de azúcar	2.2.2.3. Cacao	2.1.3.1. Algodón
2.2.1.3. Plátano y banano	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.1.3.4. Soya

2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	2.1.4. Hortalizas
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	2.2.3.2. Palma de aceite	2.1.5. Tubérculos
2.2.2.2. Café	2.2.3.3. Cítricos	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.2.3. Cacao	2.2.3.4. Mango	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.2.4. Viñedos	2.2.5. Cultivos confinados	2.2.1.2. Caña
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.3.1. Pastos limpios	2.2.1.2.1. Caña de azúcar
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	2.3.2. Pastos arbolados	2.2.1.3. Plátano y banano
2.2.3.2. Palma de aceite	2.3.3. Pastos enmalezados	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2.2.3.3. Cítricos	2.4.1. Mosaico de cultivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos
2.2.3.4. Mango	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.2.2.2. Café
2.2.4. Cultivos agroforestales	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.2.2.3. Cacao
2.2.4.1. Pastos y árboles plantados	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.2.2.4. Viñedos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	3.1.5. Plantación forestal	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	2.2.3.2. Palma de aceite
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado	2.2.3.3. Cítricos
3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	2.2.3.4. Mango
3.1.5. Plantación forestal	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.2.4. Cultivos agroforestales
3.1.5.1. Plantación de coníferas		2.2.4.1. Pastos y árboles plantados
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas		2.3.1. Pastos limpios
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado		2.3.2. Pastos arbolados
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado		2.3.3. Pastos enmalezados
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos		2.4.1. Mosaico de cultivos
3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable		2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos

3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado 3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales 2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas 3.3.4. Zonas quemadas

Agrupación 2: Tréboles de frío, Alfalfa
La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla:

Aptitud Alta (A1)
Orobioma alto de Santa Marta
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
Orobioma medio de Santa Marta
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
Orobiomas altos de los Andes
2.4.1. Mosaico de cultivos
3.1.5. Plantación forestal
3.1.5.1. Plantación de coníferas
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
Orobiomas medios de los Andes
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.2. Caña
2.2.1.2.1. Caña de azúcar
2.2.1.2.2. Caña panelera
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.2. Café
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.2.4. Cultivos agroforestales
2.2.5. Cultivos confinados
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales

Aptitud media (A2)
Orobioma medio de Santa Marta
2.2.2.2. Café
Orobiomas altos de los Andes
2.2.2.2. Café
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Orobiomas medios de los Andes
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.4. Hortalizas
2.1.5. Tubérculos
2.1.5.1. Papa
2.4.1. Mosaico de cultivos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
Aptitud baja (A3)
Orobioma alto de Santa Marta
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
Orobioma medio de Santa Marta
2.3.1. Pastos limpios
2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Orobiomas altos de los Andes
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.4.1. Cebolla
2.1.5. Tubérculos
2.1.5.1. Papa
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.3.4. Zonas quemadas
Orobiomas medios de los Andes
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados

Agrupación 3: Leucaena, Mataratón, Guásimo, Totumo
Para este grupo se determinó que solo serían calificadas (A1, A2, A3 o N1) aquellas coberturas que se localizaran los siguientes biomas:

Halobioma del Caribe	Orobiomas azonales de Cúcuta
Halobiomas del Pacífico	Orobiomas azonales del río Sogamoso
Helobioma de La Guajira	Orobiomas azonales del Valle del Patía
Helobiomas andinos	Orobiomas azonales río Dagua
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Orobiomas bajos de los Andes
Helobiomas del Magdalena y Caribe	Orobiomas medios de los Andes
Helobiomas del Pacífico y Atrato	Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia
Helobiomas del río Zulia	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
Helobiomas del Valle del Cauca	Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
Orobioma alto de Santa Marta	Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
Orobioma de La Macarena	Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
Orobioma de San Lucas	Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
Orobioma del Baudó y Darién	Zonobioma seco tropical del Caribe
Orobioma medio de Santa Marta	

La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestran en la siguiente tabla:

Aptitud Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.2. Cereales	2.1.2. Cereales	2.1.2. Cereales
2.1.2.1. Arroz	2.1.2.1. Arroz	2.1.2.1. Arroz
2.1.2.2. Maíz	2.1.2.2. Maíz	2.1.2.2. Maíz
2.1.2.3. Sorgo	2.1.3.1. Algodón	2.1.3. Oleaginosas y leguminosas
2.1.3.4. Soya	2.1.3.4. Soya	2.1.3.4. Soya
2.1.4. Hortalizas	2.1.5. Tubérculos	2.1.4. Hortalizas
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos	2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos	2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.2. Caña	2.2.1.2.1. Caña de azúcar	2.2.1.2. Caña
2.2.1.2.1. Caña de azúcar	2.2.1.2.2. Caña panelera	2.2.1.2.1. Caña de azúcar

2.2.1.3. Plátano y banano	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.1.2.2. Caña panelera
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	2.2.1.3. Plátano y banano
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos	2.2.2.2. Café	2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.2. Café	2.2.2.3. Cacao	2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.3. Cacao	2.2.2.4. Viñedos	2.2.2.2. Café
2.2.2.4. Viñedos	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.2.3. Cacao
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	2.2.2.4. Viñedos
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos	2.2.3.2. Palma de aceite	2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.2. Palma de aceite	2.2.3.3. Cítricos	2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.3. Cítricos	2.2.3.4. Mango	2.2.3.2. Palma de aceite
2.2.3.4. Mango	2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.3.3. Cítricos
2.2.4. Cultivos agroforestales	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados	2.2.3.4. Mango
2.2.5. Cultivos confinados	2.3.1. Pastos limpios	2.2.4. Cultivos agroforestales
2.3.1. Pastos limpios	2.3.2. Pastos arbolados	2.2.4.1. Pastos y árboles plantados
2.3.2. Pastos arbolados	2.3.3. Pastos enmalezados	2.3.1. Pastos limpios
2.3.3. Pastos enmalezados	2.4.1. Mosaico de cultivos	2.3.2. Pastos arbolados
2.4.1. Mosaico de cultivos	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.4.1. Mosaico de cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales	3.1.5. Plantación forestal	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
3.1.5. Plantación forestal		3.1.5. Plantación forestal
3.1.5.1. Plantación de coníferas		3.1.5.2. Plantación de latifoliadas
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas		3.3.4. Zonas quemadas
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado		
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado		

3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos 3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable 3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado 3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado 3.3.3. Tierras desnudas y degradadas 3.3.4. Zonas quemadas		

Agrupación 4: Acacia, Sauco
La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla:

Aptitud Alta (A1)
Orobioma medio de Santa Marta
3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado
Orobiomas altos de los Andes
2.4.1. Mosaico de cultivos
3.1.5. Plantación forestal
3.1.5.1. Plantación de coníferas
3.1.5.2. Plantación de latifoliadas
Orobiomas medios de los Andes
2.2.1. Cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos
2.2.1.2. Caña
2.2.1.2.1. Caña de azúcar
2.2.1.2.2. Caña panelera
2.2.2. Cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.1. Otros cultivos permanentes arbustivos
2.2.2.2. Café
2.2.3. Cultivos permanentes arbóreos
2.2.3.1. Otros cultivos permanentes arbóreos
2.2.4. Cultivos agroforestales
2.2.5. Cultivos confinados
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Aptitud media (A2)
Orobioma alto de Santa Marta
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos

Orobioma medio de Santa Marta
2.2.2.2. Café
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos
Orobiomas altos de los Andes
2.2.2.2. Café
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
Orobiomas medios de los Andes
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.4. Hortalizas
2.1.5. Tubérculos
2.1.5.1. Papa
2.4.1. Mosaico de cultivos
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
Aptitud baja (A3)
Orobioma alto de Santa Marta
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
Orobioma medio de Santa Marta
2.3.1. Pastos limpios
2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales
Orobiomas altos de los Andes
2.1.1. Otros cultivos transitorios
2.1.4.1. Cebolla
2.1.5. Tubérculos
2.1.5.1. Papa
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales
3.3.4. Zonas quemadas
Orobiomas medios de los Andes
2.3.1. Pastos limpios
2.3.2. Pastos arbolados
2.3.3. Pastos enmalezados

Una vez realizada la reclasificación cualitativa para cada una de las agrupaciones de forrajes se generaron los respectivos mapas, los cuales fueron integrados de acuerdo con el proceso denominado “estadísticas de celdas”, el cual se generó a partir de la sobreposición de los cuatro mapas obtenidos y la selección del píxel con menor calificación. El proceso de construcción del mapa de cambio de cobertura para los grupos de forrajes se muestra en el siguiente diagrama.



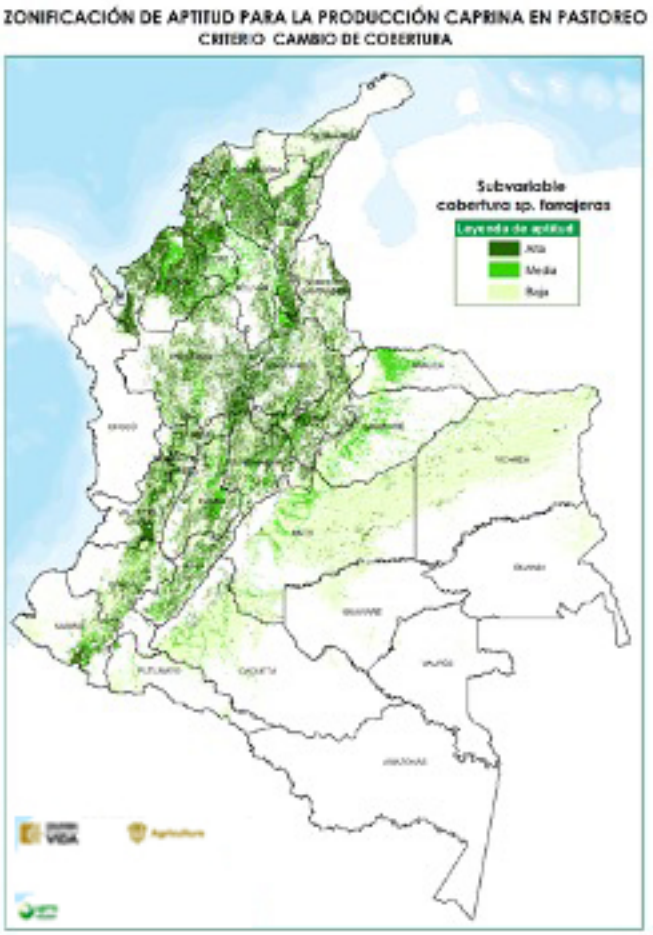


Figura 2. Integración de los grupos de forrajes

Finalmente se integran pastos y forrajeras mediante algebra de mapas, teniendo en cuenta: 0.3 (Pastos) + 0.7 (Forrajeras).

Aquellas zonas sin calificación se manejan como áreas en blanco, al finalizar la integración se adiciona la máscara de frontera agrícola, para incluir las exclusiones, y aquellas zonas dentro de frontera que se encuentren sin dato, se dejan como exclusión técnica (N1). Para la zona de La Guajira se deben incluir con aptitud baja (A3) aquellas áreas definidas como otras actividades agropecuarias y áreas de pastoreo, que se encuentren excluidas.

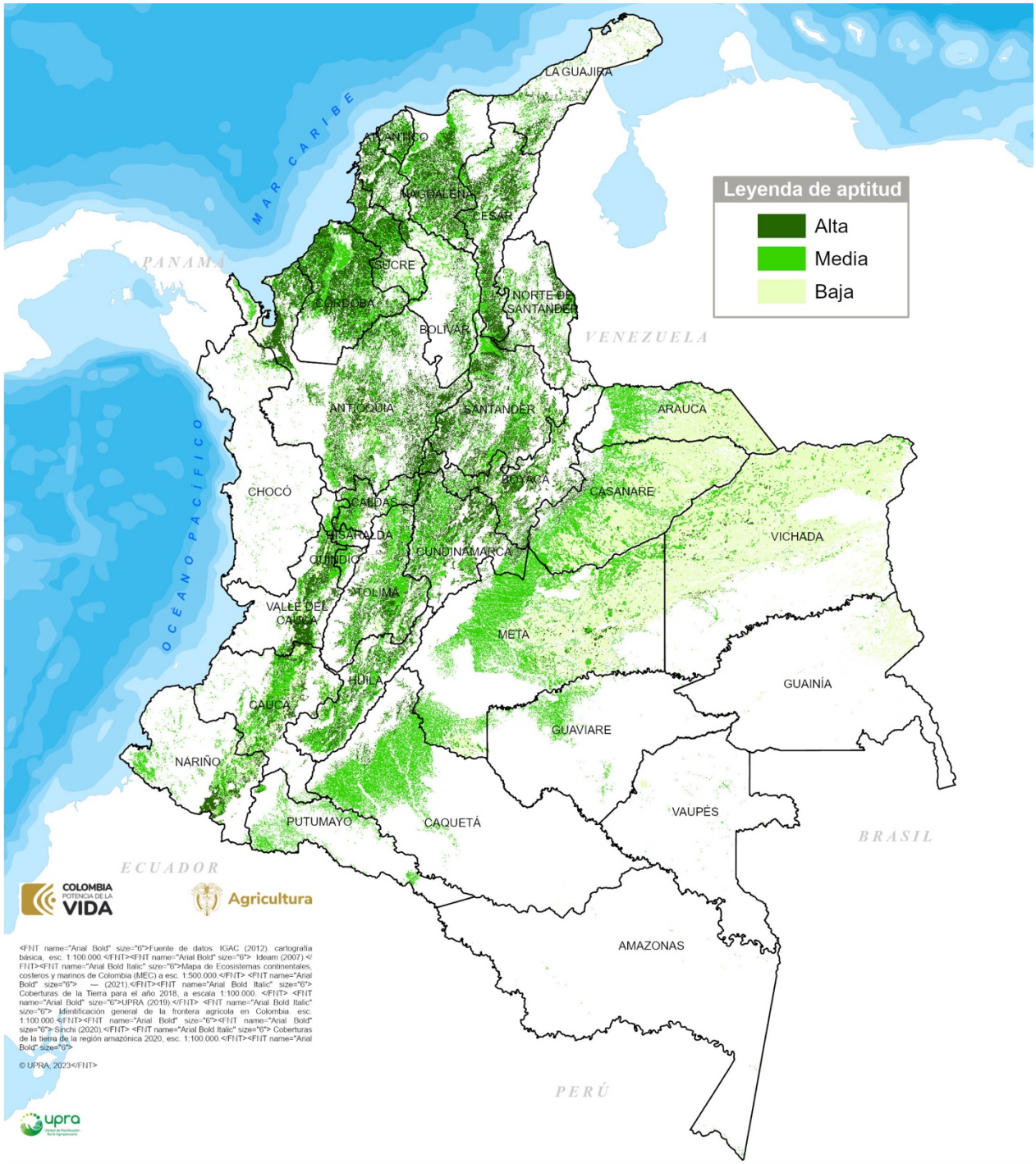
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se realizó una calificación para cada uno de los grupos de pastos y forrajes, los criterios de calificación empleados son descritos a continuación.

Descripción de los tipos de aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, donde predominan las áreas de pastos (limpios, enmalezados y arbolados), cultivos dedicados a la producción industrial como caña, algodón, palma y zonas quemadas (adaptado de Ideam *et al*., 2010). Las zonas A1, corresponden a aquellas áreas que por su productividad y cobertura actual cumplen con las condiciones idóneas, para el establecimiento de actividades agropecuarias, sin que el cambio de cobertura la resienta ambientalmente.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, donde predominan mosaicos de cultivos, mosaicos de pastos con espacios naturales, pastos y espacios naturales, café, plátano y banano. Una zona A2 cumple con las condiciones necesarias para el desarrollo de la actividad ganadera; no obstante, sus condiciones de favorabilidad son menores a las de una zona A1, ya que un cambio de cobertura puede afectar la producción de alimentos básicos y generar un impacto moderado sobres las condiciones naturales de la misma.	Media (A2)
Zonas con favorabilidad baja para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes arbóreos, arbustivos o herbáceos, dedicados a la producción de alimentos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para la actividad ganadera (herbazales densos de tierra firme). Aunque cumplen con algunas condiciones para el desarrollo de esta actividad productiva, es necesario considerar que son zonas importantes para la producción de alimentos o poseen características ambientales relevantes; por lo tanto, un cambio de cobertura puede llegar a tener un impacto considerable sobre las condiciones naturales y productivas de la zona.	Baja (A3)
Zonas no favorables para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, las superficies de agua y los territorios artificializados. La categoría de aptitud N1 identifica principalmente aquellas áreas que, por sus características naturales, deben ser protegidas, por lo que deben mantener su cobertura actual; por lo tanto, no puede desarrollarse la actividad ganadera. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de Bosque/no bosque 2010 del Ideam.	No apta (N1)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



<FNT name="Arial Bold" size="6">Fuente de datos: IGAC (2012). cartografía básica, esc. 1:100.000.</FNT><FNT name="Arial Bold" size="6"> Ideam (2007).</FNT><FNT name="Arial Bold Italic" size="6">Mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC) a esc. 1:500.000.</FNT> <FNT name="Arial Bold" size="6"> — (2021).</FNT><FNT name="Arial Bold Italic" size="6">Coberturas de la Tierra para el año 2018, a escala 1:100.000. </FNT> <FNT name="Arial Bold" size="6">UPRA (2019).</FNT> <FNT name="Arial Bold Italic" size="6"> Identificación general de la frontera agrícola en Colombia esc. 1:100.000.</FNT><FNT name="Arial Bold" size="6"><FNT name="Arial Bold" size="6"> Sinchi (2020).</FNT> <FNT name="Arial Bold Italic" size="6"> Coberturas de la tierra de la región amazónica 2020, esc. 1:100.000.</FNT><FNT name="Arial Bold" size="6">

© UPRA, 2023</FNT>

CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Di Gregorio, A. 2005. Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra – Conceptos de Clasificación y manual para el usuario. Roma, Italia: Food and Agriculture Organizations of the United Nations, 2005.
- IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p
- DEAM, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. 2015. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- Lambin, E. y Gesit, H. 2006. Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Springer-Verlag Berlín.

2.8. Criterio variación del contenido estimado de carbono

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		

DEFINICIÓN

Este criterio se asocia a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono, por tanto, el balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual, frente al carbono estimado proveniente de las emisiones generadas por la ganadería caprina, permite determinar la sostenibilidad ambiental asociada a este servicio ecosistémico (UPRA, 2016).

En general, este criterio identifica las áreas con mayores niveles de CO_2 equivalente, provenientes de la actividad de ganadería caprina.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite discriminar las áreas de mayor concentración de carbono generado por la ganadería caprina y proporciona elementos de juicio para definir las áreas en donde el desarrollo de esta actividad agropecuaria no intensifique de manera considerable las emisiones de carbono. De esta manera se busca que la actividad ganadera se desarrolle en aquellas áreas en donde el balance de carbono sea positivo o esté en equilibrio.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los datos de emisiones para Colombia, generados por la tercera comunicación de cambio climático para Colombia, se encuentran por municipio, así que la información es muy general, lo cual repercute en el nivel de análisis alcanzado.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en el cálculo de carbono contenido en: la biomasa vegetal aérea, y subterránea y del suelo, de acuerdo con la siguiente metodología:

a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea

La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realizó a partir de la ecuación propuesta por Páramo (2011):

Biomasa = 11.2693 + 9255 (X)

Donde X corresponde a la inversa de la banda 7 de imágenes MODIS, correspondiente al rango del espectro electromagnético de infrarrojo de onda corta (SWIR).

Dicha estimación de biomasa vegetal aérea (BA) se realizó solo para las coberturas asociadas a las áreas potencialmente aptas que vienen del mapa de cambio de cobertura.

b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Cairns *et al*. (1997) y Brown y Lugo (1992), según la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa vegetal subterránea} = e^{(-1{,}085 + 0{,}.925 \times \ln(BA))}$$

Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la ecuación:

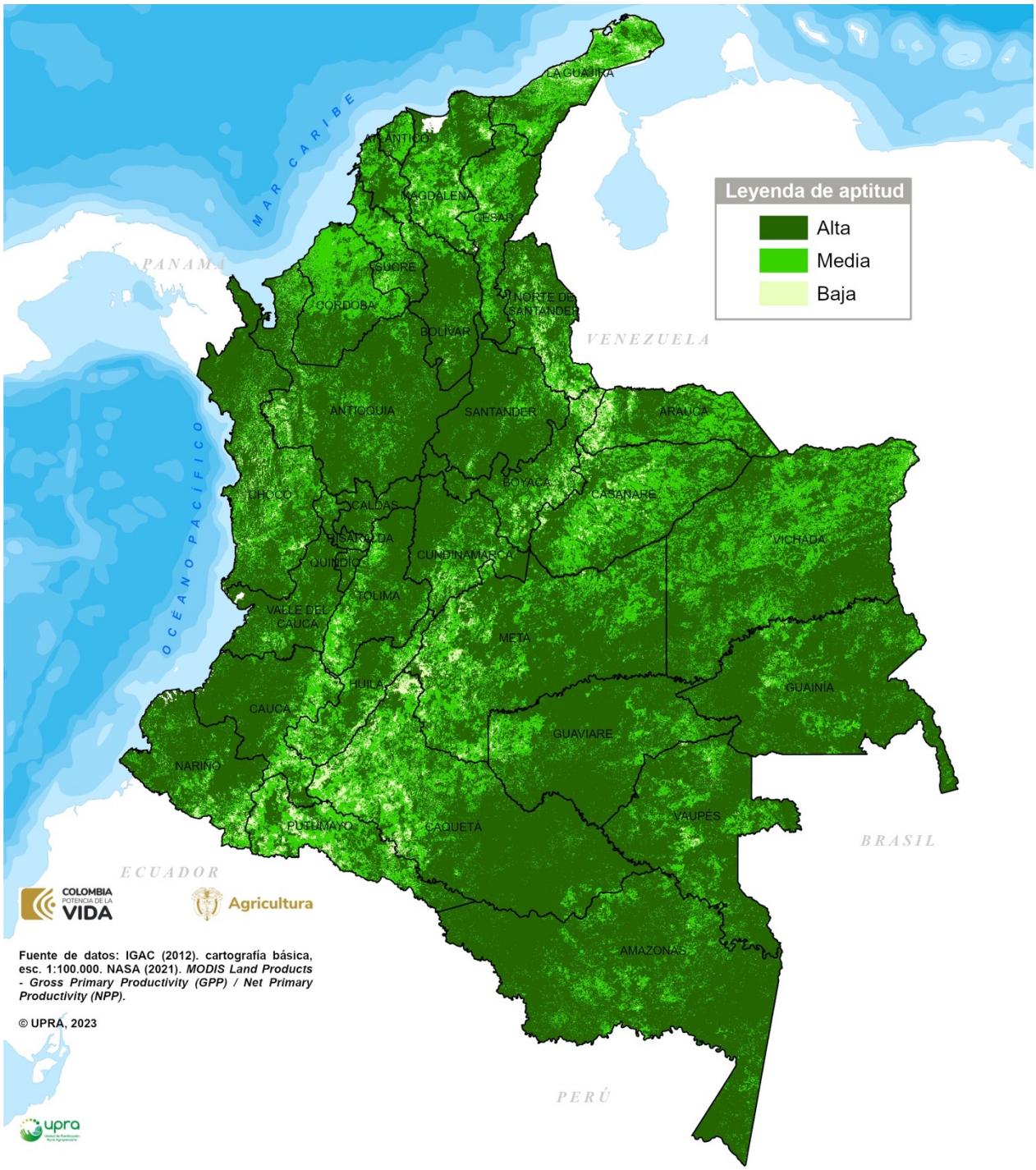
$$C \text{ (biomasa subterránea)} = \text{Biomasa subterránea}/2$$

c. Contenido de carbono en la biomasa

Posteriormente, mediante la suma de los mapas de carbono en biomasa aérea y de carbono en biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono total contenido en la biomasa.

Una vez definido el valor del contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea y subterránea se debe transformar las unidades empleadas a toneladas de CO_2 equivalente (tCO_2eq), teniendo en cuenta:

1 tonelada de CO x (44/12) = 1 tonelada CO_2 equivalente



CRITERIO BALANCE DE CARBONO
Variable carbono total de la biomasa

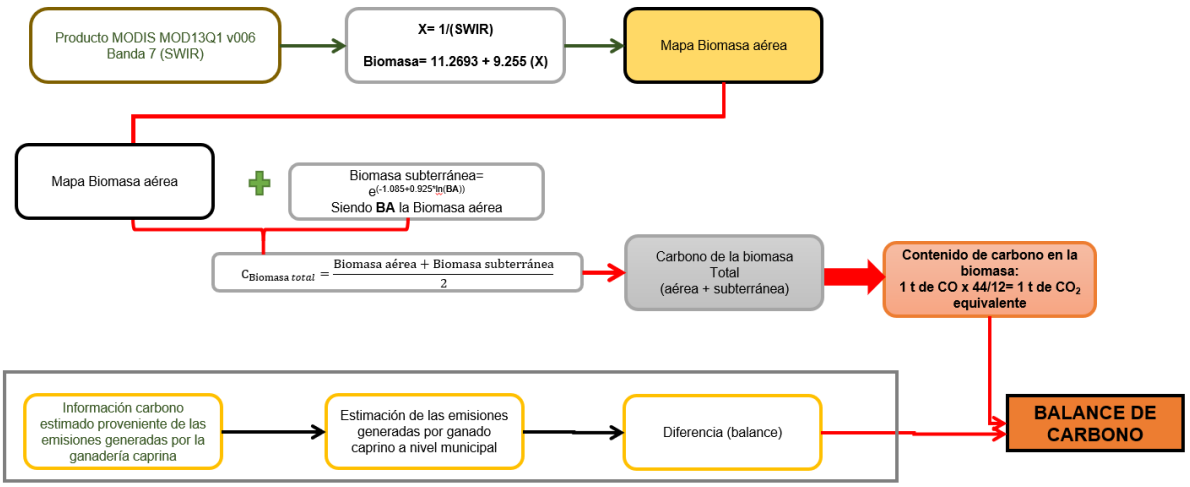
Estimación de las emisiones generadas por ganado caprino a nivel municipal

Las emisiones de caprinos de acuerdo con FAO (2017) asociados a la producción de carne y leche de pequeños rumiantes, corresponden a 91,8 kg de CO_2 equivalente por kg de proteína en un año, teniendo en cuenta que un macho adulto presenta una productividad en peso 60 kg, una hembra de 50 kg y dos cortes (120 kg/ año). Dicho valor se relaciona con la fermentación entérica (44 %) y la gestión de estiércol (10 %). La estimación de la emisión total se basa en el censo caprino, multiplicando por cada individuo la emisión reportada con anterioridad. Estos datos se llevan a toneladas por hectárea año, y las emisiones descritas se asocian a periodos de un año, teniendo en cuenta las UPAS sobre las cuales se encuentren individuos para llevar el dato a hectáreas, relacionándolo con el área de las UPAS

El balance de carbono se determina mediante la expresión:

Balance de carbono = Carbono total (t/ha/año) - Emisión caprina de $CO_{2\,t}$ t/ha/año

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:



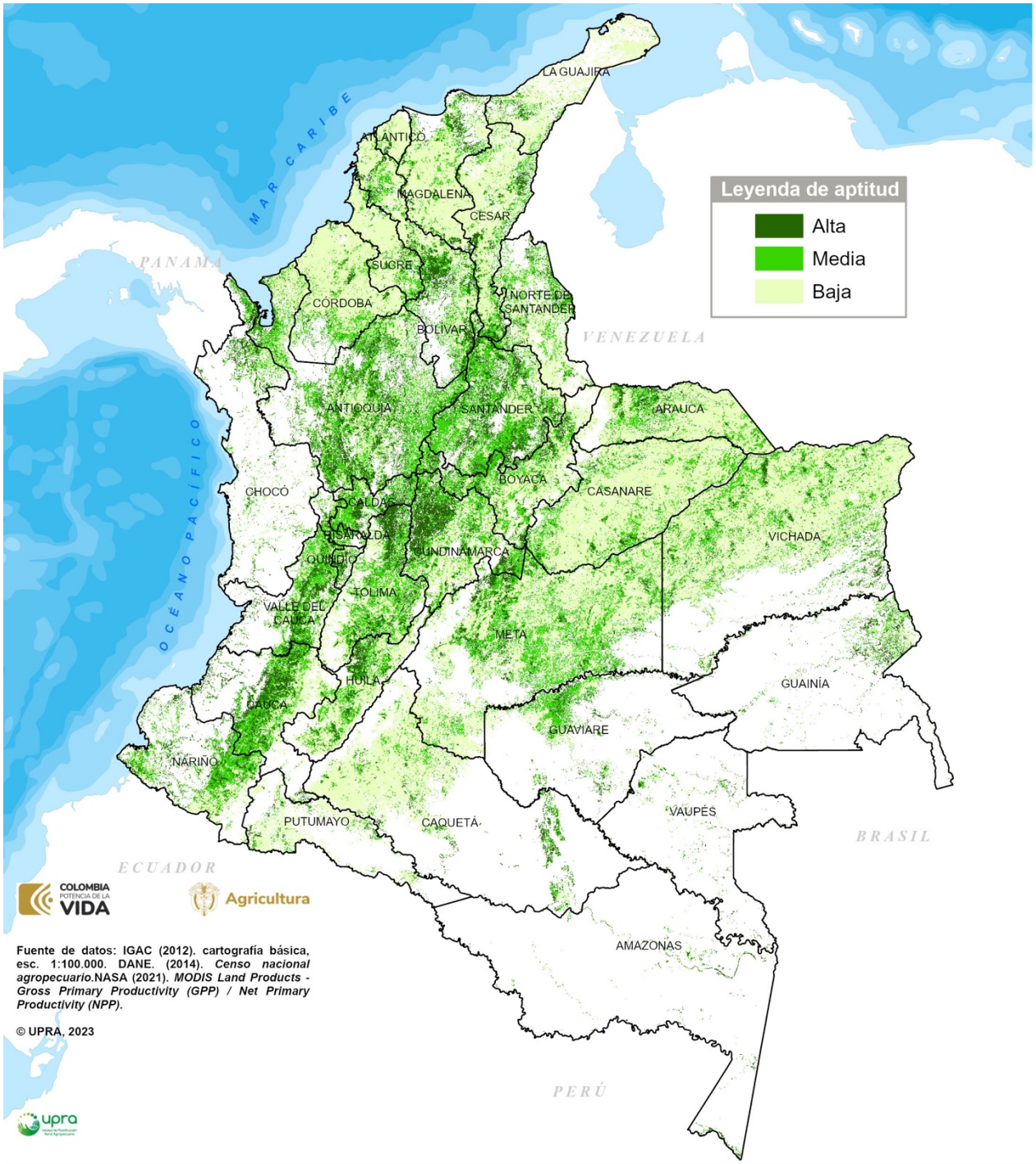
Los valores obtenidos en este mapa se reclasificaron según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología de zonificación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de la aptitud para la producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo, desde el punto de vista de este criterio se establece siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Balance de carbono	Aptitud
El balance neto es mayor al almacenamiento de CO_2eq	>22000	Alta (A1)
El balance neto no representa diferencia significativa en el almacenamiento de CO_2eq	14000 - 22000	Media (A2)
El balance neto es bastante menor al almacenamiento de CO_2eq	<14000	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO BALANCE DE CARBONO

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Arias, J., Riaño, N. y M. Aristizábal. (2013). Balance de energía basado en la contabilidad del carbono en tres sistemas productivos cafeteros. Cenicafé, 64(2):7-16. 2013.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Consorcio CUE (2012). Ministerio de Minas y Energía, proyecto «*Estrategias de energía sostenible y biocombustibles para Colombia ATN/JC-10826-CO y ATN/JF-10827-CO*». «*Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia*».
- Brown, S. y Lugo, A. (1992). *Above ground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon*. En: Interciencia 17:8-18.
- Cairns, M.; Brown, S.; Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). *Root biomass allocation in the world's upland forests*. En: *Oecologia* 111:1-11. EUA: Springer-Verlag.
- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). *Managing Forests for Climate Change Mitigation*. En: *Science* 320:1456-1457.
- Capoor, K. y Ambrosi, P. (2008). *State and trends of the carbon market 2008*. Washington, D.C.: World Bank Institute.
- Ideam. (2011). *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Japón: IGES. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>.
- ISRIC - World Soil Information. (2013). *SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping*. Recuperado de: <http://soilgrids1km.isric.org>.
- ISRIC. (2015). *SoildGrids: datos de suelos*.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2007). *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000*.
- Phillips, J.; Duque, A.; Cabrera, K.; Yepes, A.; Navarrete, D.; García, M.; Álvarez, E.; Cabrera, E.; Cárdenas, D.; Galindo, G.; Ordóñez, M.; Rodríguez, M. y Vargas, D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Bogotá: Ideam. 32 p.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Inglaterra: Cambridge University Press.
- Universidad Industrial de Santander (UIS) e Ideam. (2014). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Biblioteca digital UPME. Recuperado de: <http://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1058>.

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1 Criterio infraestructura y logística

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">• Inventario caprino, expresado en predios.
• Cercanía a centros de concentración, expresada en número de animales / tiempo de desplazamiento (hora).
• Cercanía a plantas procesadoras, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
• Cercanía a plantas de beneficio, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
• Cercanía a centros de servicios, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).
• Conectividad terrestre, expresada en predios.
• Energía eléctrica rural, expresada en favorabilidad en el acceso.</td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Conjunto de medios técnicos, bienes, servicios e instalaciones necesarios, para el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución de los caprinos en el país.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad frente a la cadena de suministros en especial el inventario de caprinos, los centros de servicios, plantas de beneficio, los centros de concentración, la conectividad terrestre, y energía eléctrica rural, que pueden limitar o promover la competitividad de la actividad pecuaria en la interacción con los mercados nacionales e internacionales.

Existe una relación directa entre la infraestructura y logística, y la aptitud de una zona. Regiones con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo, ofrecen mejores condiciones para que la producción de caprinos se desarrolle en forma eficiente.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2020 estimada a partir del censo general de población y vivienda realizado del año 2018 y se tuvieron en cuenta los municipios con población mayor a 30.000 habitantes.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytic Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de siete variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

CRITERIO	VARIABLES	Inventario caprino	Cercanía a centros de concentración	Cercanía a plantas procesadoras	Cercanía a plantas de beneficio	Conectividad terrestre	Cercanía a centros de servicios	Energía eléctrica rural
Infraestructura y Logística	Inventario caprino	**1**						
	Cercanía a centros de concentración	**1**	**1**					
	Cercanía a plantas procesadoras	**1/3**	**1/3**	**1**				
	Cercanía a plantas de beneficio	**1/5**	**1/3**	**1/3**	**1**			
	Conectividad terrestre	**1/5**	**1/5**	**1/3**	**1/3**	**1**		
	Cercanía a centros de servicios	**1/7**	**1/5**	**1/5**	**1/5**	**1/3**	**1**	
	Energía eléctrica rural	**1/7**	**1/7**	**1/7**	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene en cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual importancia	Más importante			

Utilizando el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud, y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

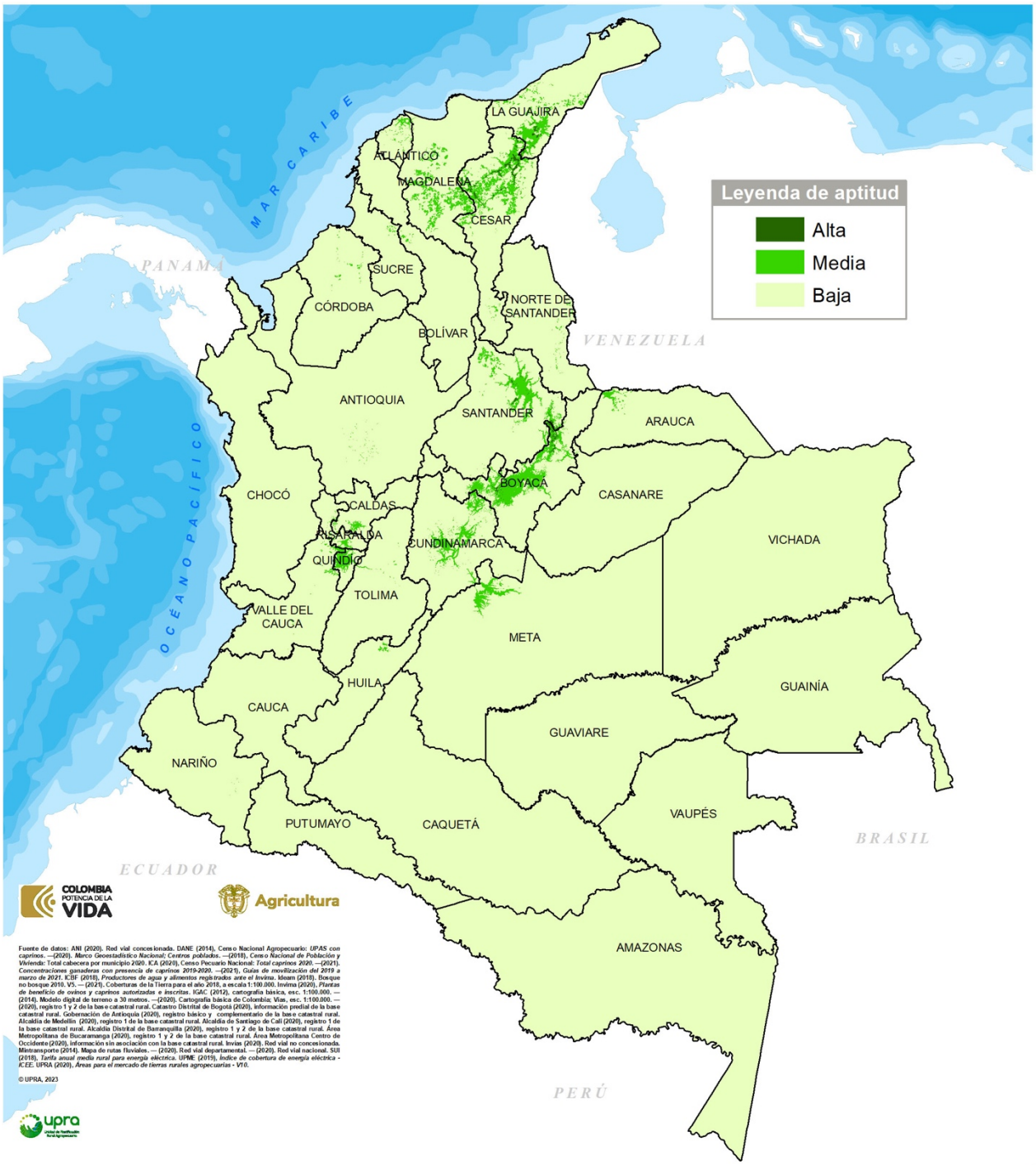
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Infraestructura y logística	Inventario caprino	31,8
	Cercanía a centros de concentración	28,2
	Cercanía a plantas procesadoras	16,3
	Cercanía a plantas de beneficio	11,1
	Conectividad terrestre	6,7
	Cercanía a centros de servicios	3,7
	Energía eléctrica rural	2,2
TOTAL PONDERACIÓN		**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Inventario caprino	Predios	Predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con 1250 animales o más.	Predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con menos de 1250 y hasta 35 animales.	Resto
Cercanía a centros de concentración	Número de animales / tiempo de desplazamiento (hora)	>40 caprinos a 1 hora	15-40 caprinos a 1 hora	Resto
Cercanía a plantas procesadoras	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1	1-2	>2
Cercanía a	Tiempo de	<1	1-2	>2

plantas de beneficio	desplazamiento (hora)			
Conectividad terrestre	Predios	Predio y colindante a rutas que transportan más de 180 caprinos (incluye línea de la vía), buffer de 1 km	Predio y colindantes a rutas que transportan menos de 180 caprinos (incluye línea de la vía), buffer de 1 km	Resto del país.
Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1/2	1/2 - 2	> 2
Energía eléctrica rural	Favorabilidad en el acesso	Municipios > 2,3	Municipios 1,7-2,3	Municipios <1,7

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Barranquilla (2020). *Base catastral, Registros 1 y 2*.
- Alcaldía de Cali_. (2020). Información predial rural
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Base de datos catastral*.
- ANI (2020), Red vial concesionada.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- CAR (2016). Información georreferenciada de distritos de riego.
- DANE (2014), *Censo nacional agropecuario: Cantidad de caprinos por Upas*.
- _. (2018), *Censo Nacional de Población y vivienda. Total, cabecera por municipio 2020*.
- Gobernación de Antioquia. (2020). *Predial Rural Antioquía*.
- ICA (2020), *Censo caprino*
- _. (2020), *Guías de movilización*
- _. (2020) *Ferias y concentraciones de caprinos*
- IDEAM. (2018). *Bosque no bosque 2010*.
- _. (2021). Cobertura de la tierra a 2018
- IGAC *(2012). Base catastral, Registros 1 y 2*.
- _. (2014). *Modelo digital de elevación 30 m*
- _. (2020). *Cartografía básica, vías escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- _. (2020). *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*
- INVIAS (2020). *Red vial no concesionada*
- _. (2020). *Red de vial departamental y nacional*
- INVIMA (2020) *Plantas de beneficio*
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*.
- _. (2020). Red vial nacional
- UPRA (2019) *Frontera agrícola*
- _. (2020). Tipología de condicionamientos legales del mercado de tierras V10_ Cancha mercado de tierras V10

3.1.1 Variable inventario caprino

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: inventario caprino	**UNIDAD DE MEDIDA:** predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde a predios georreferenciados con explotación caprina y su colindante, tomando para este último únicamente los predios de propiedad privada, sin exclusiones para el mercado de tierras y con destino económico agropecuario.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al desarrollo de la producción como un indicador de la oferta de materia prima y mano de obra para los productores. Los predios y su colindante, donde se registran explotaciones caprinas, se consideran más competitivos porque ya ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad por la cercanía a las explotaciones actuales.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la actualidad no se cuenta un registro de predios georreferenciado nacional de productores caprinos, diferente al levantado por el CNA por UPAS, lo que impide poder tener una identificación predial más precisa y de la totalidad de predios dedicados a esta actividad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

DANE. (2014). Censo nacional agropecuario: Upas con producción caprina.
ICA (2020). Censo pecuario nacional: Municipios con inventario caprino.
Base predial IGAC. (2020). Base catastral, Registros 1 y 2.
Gobernación de Antioquia. (2020). Registros básicos y complementarios de la información rural.
Alcaldía de Medellín. (2020). Registro 1 de la base catastral rural.
Alcaldía de Santiago de Cali .(2020). Registro 1 de la base catastral rural.
Alcaldía distrital de Barranquilla. (2020). Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
Catastro distrital Bogotá. (2020). Información predial base catastral rural.

2. Precisiones de la información

Predios georreferenciados y su colindante excluyendo de estos últimos los que cumplan con las siguientes características:

a.) Predios cuyo tipo de propietario sea "propiedad colectiva"
b.) Predios cuyo tipo de propietario sea "Sin Información y que estén excluidos de la cancha de MT"
c.) Predios cuyo tipo de propietario sea "Estado y que estén excluidos de la cancha de MT".
d.) Predios cuyo tipo de propietario sea "Estado"
e.) Predios cuyo tipo de propietario sea "null" y que estén excluidos de la cancha de MT.
f.) Predios sin información y que estén excluidos de la cancha de MT.
g.) Predios colindantes que este en un municipio diferente al municipio del predio con inventario clasificado en A1.
h.) Predios marcados como baldíos.
i.) Predio que estén fuera de frontera agrícola.
j.) Para el departamento de La Guajira únicamente, no se tuvieron en cuenta las consideraciones de los numerales a.), ni los predios excluidos de MT para los numerales b.), e.), y f.).

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se tomó como base la información de las UPAS del censo nacional agropecuario 2014, ubicando cada uno de los centroides allí reportados en las bases catastrales rurales, realizando el supuesto de que las coordenadas del centroide le corresponden al predio con el que cruza, una vez realizado este proceso se cruza con los municipios con inventario caprino reportados por el ICA para el año 2020, con el fin de trabajar solo los municipios que reportan a esta fecha inventario caprino.

Una vez identificados los predios en cada municipio, para definir los rangos de aptitud y en ausencia de tener un inventario predial, se procedió a clasificar los municipios según el inventario total reportado por el ICA, utilizando el principio de Pareto, también conocido como la ley de Pareto, que indica que “el 80 % de las consecuencias están motivadas por el 20 % de las causas”. Apoyándonos en este análisis, se clasificaron en A1 aquellos municipios cuyo inventario era mayor o igual a 1250 animales, y se procedió a marcarlos en aptitud alta (A1) a todos aquellos predios que las UPAS reportan con inventario en estos territorios; en aptitud media (A2) se clasificaron los municipios con menos de 1250 animales y hasta 35, marcando en esta misma aptitud los predios ubicados en los mismos, y el resto del territorio se marca como aptitud baja (A3), dejando en color blanco aquellos municipios que no reportan inventarios en la información del ICA.

4. Clasificación de los municipios por aptitud

Al realizar el procedimiento para la variable el resultado es de tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1) predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con 1250 y más animales, aptitud media (A2) predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con menos de1250 y hasta 35 animales y aptitud baja (A3) el resto.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

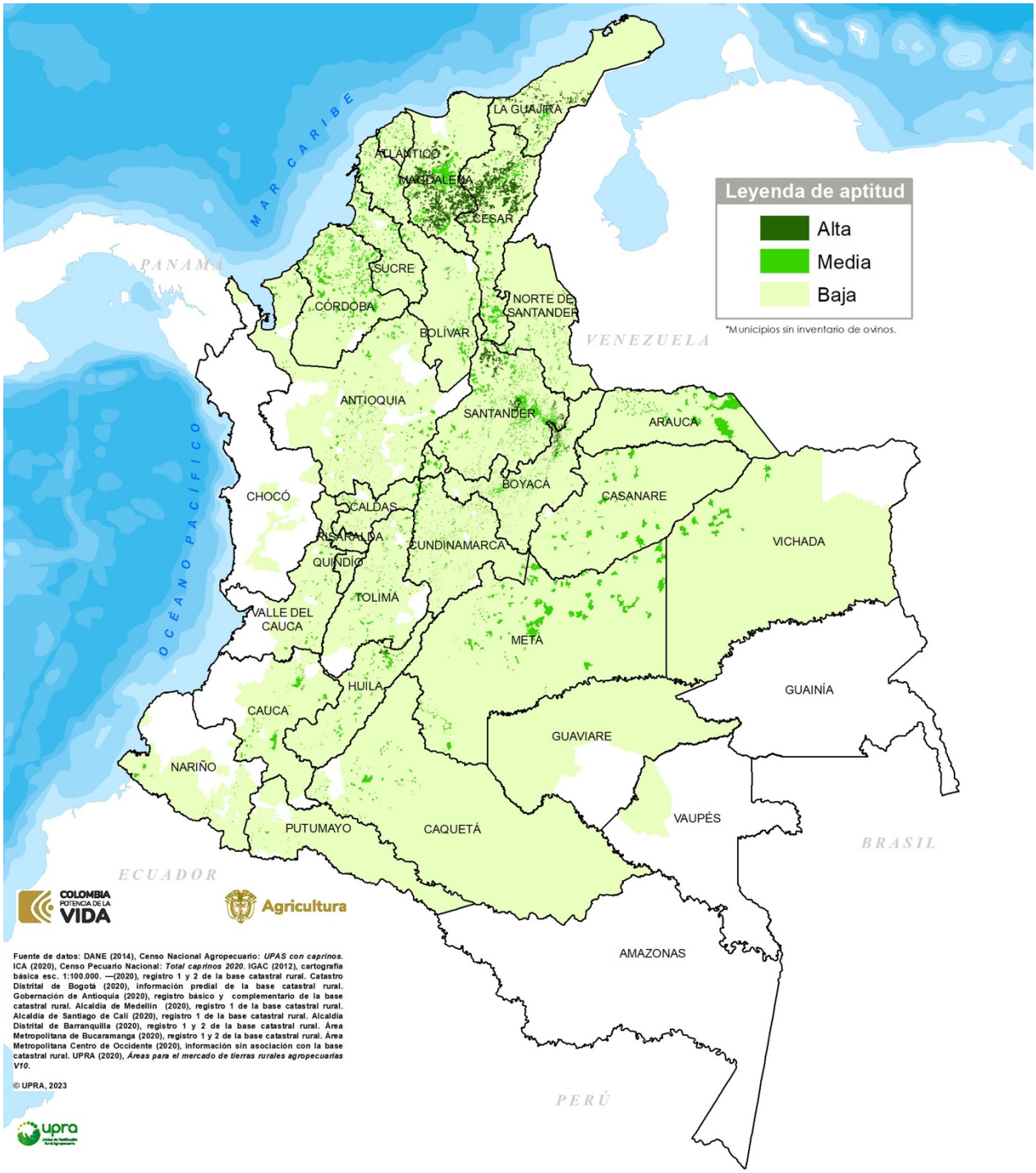
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Predios	Aptitud
Predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con 1250 animales o más.	Alta (A1)
Predios con inventario y los colindantes que estén en los municipios con menos de 1250 y hasta 35 animales.	Media (A2)
Resto.	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable inventario ovino

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020). *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín (2020). *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020). *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Catastro distrital Bogotá (2020). *Información predial base catastral rural*.
- DANE. (2014), *Censo nacional agropecuario: Upas con producción caprina*. Bogotá: DANE.
- Gobernación de Antioquia (2020). *Registros básicos y complementarios de la información rural*.
- ICA (2020), Censo pecuario nacional: Municipios con inventario caprino.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2020). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2020). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10*. Bogotá: UPRA.

3.1.2 Variable cercanía a centros de concentración

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo		
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico		
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística			
VARIABLE: cercanía a centros de concentración	**UNIDAD DE MEDIDA:** número de animales / tiempo de desplazamiento (hora)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**		
	Análisis jerárquico	✓	
	Exclusión legal		
	Condicionante		

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede llegar a un sitio en el cual se realizan los procesos de comercialización del ganado caprino en pie, ya sea a través de las ferias comerciales, mercado ganadero, subasta, remate o paradero.

De acuerdo con la Resolución 1634 de 2010 "*Por la cual se establecen los requisitos para la expedición de licencias zoosanitarias de funcionamiento que autorizan las concentraciones de animales y se señalan los requisitos sanitarios para los animales que participen en ellas*" se extraen las siguientes definiciones:

Feria comercial: lugar de concentración donde se realiza la comercialización de todo tipo de especies animales, cuyo destino final puede ser la cría, ceba o el sacrificio para consumo

Mercado ganadero: concentración de animales donde se realiza la comercialización de bovinos, bufalinos, porcinos, ovinos, caprinos y otras especies provenientes de la misma localidad, cuyo destino final puede ser la cría, el engorde o el sacrificio para el consumo humano. Debe contar con condiciones de infraestructura básica que permitan el control sanitario y el manejo de los animales

Subasta: concentración de bovinos y bufalinos de tipo comercial, cuya finalidad es la comercialización de lotes para cría, levante y/o engorde con destino a predios o sacrificio para consumo. Se clasifican en fijas o móviles.

Remate: concentración ganadera cuya finalidad es la comercialización de razas para reproducción y mejoramiento genético**.**

Paradero: predio cuya actividad es el acopio de animales de tipo comercial, para posterior reventa a través de una feria comercial, mercado ganadero o subasta, o venta de forma directa a otras fincas o plantas de sacrificio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los centros de concentración ganaderas han servido como referente, puesto que son una fuente fiable de información acerca de la oferta y demanda de distintos tipos y razas y la variación en los precios; beneficios que han hecho que se recurra aún más a estos centros ganaderos y los usen como sitios de compra y venta de ganado.

La competitividad está determinada por la presencia del centro de concentración caprina y su cercanía.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dificultad de conseguir información actualizada.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- **Información.**

ICA. 2020. *Ferias y concentraciones de caprinos*.

- **Precisiones de la información.**

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:
Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

- **Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la cabecera municipal, donde se encuentra el centro de concentración, se revisaron las guías de movilización, con el fin de identificar, los que tienen una mayor participación de número de cabezas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento de los centros de concentración. Aptitud A1: más de 40 caprinos a 1 hora. Aptitud A2: entre 15 y 40 caprinos a una hora. Aptitud A3: resto.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

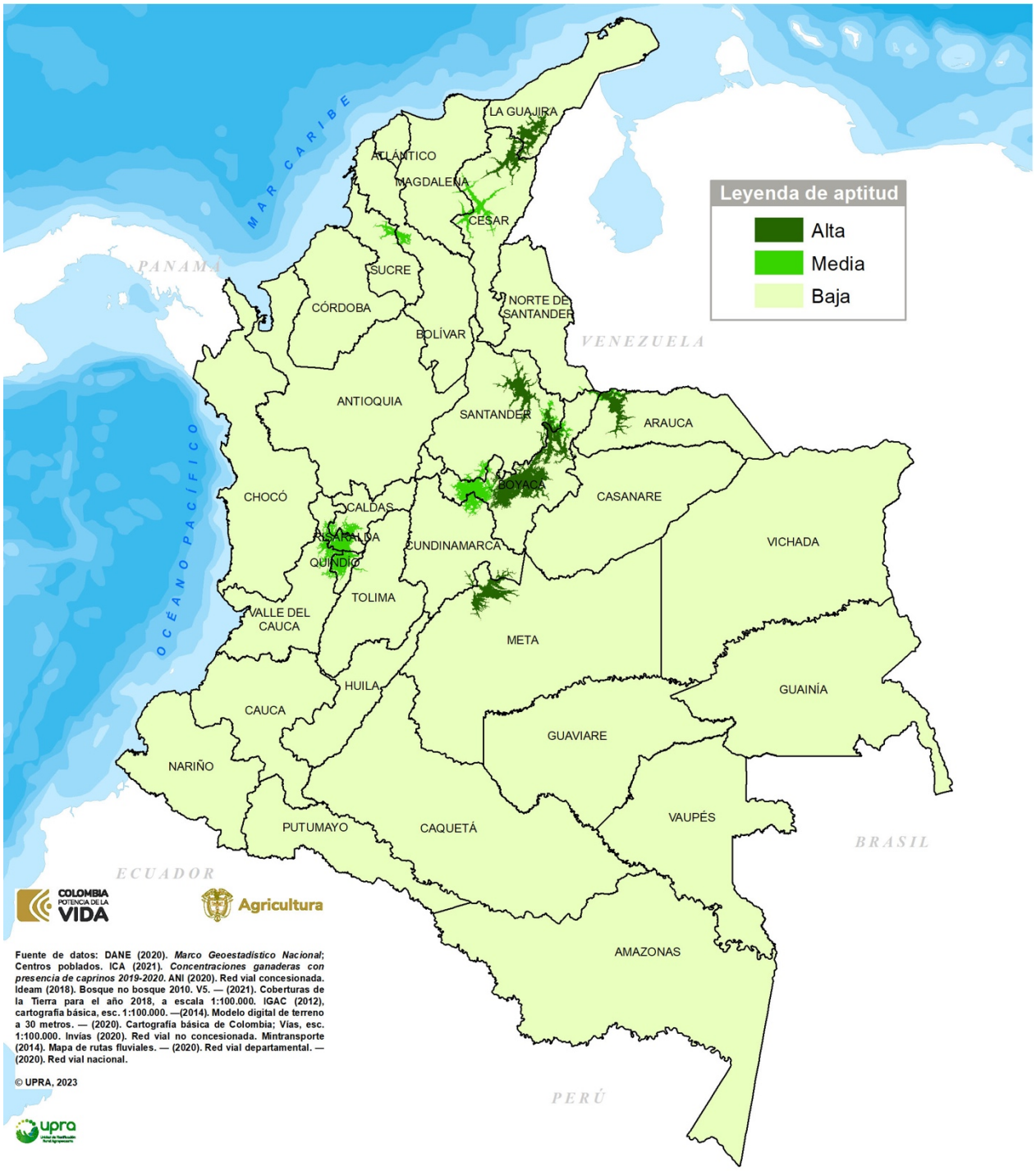
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Número de animales/tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
>40 caprinos a 1 hora	Alta (A1)
15 - 40 caprinos a 1 hora	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Número de cabezas/tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a centros de concentración

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. *Total cabecera por municipio 2020*.
- _. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*
- ICA. (2020). *Ferias y concentraciones de caprinos*
- Ideam. (2018). *Bosque no bosque 2010 V5*. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). *Red vial departamental y nacional*

3.1.3 Variable cercanía a plantas procesadoras

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: cercanía a plantas procesadoras	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Establecimientos destinados a la recolección de leche de cabra procedente de los apriscos y a la transformación de la misma, con el fin de hacerla apta para el consumo humano, o como materia prima para la elaboración de derivados lácteos (Decreto 616 de 2006, Ministerio Protección Social).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La cercanía a las plantas procesadoras, garantizan una óptima utilización de la leche en cuanto a la elaboración de derivados lácteos y dulces, la mayoría de estas plantas se encuentran en los apriscos, debido a las características de la leche que hace que no se pueda mezclar con otro tipo de leche.

Los productores lecheros se benefician de la proximidad a las plantas de transformación, debido a la facilidad para la comercialización y poder llegar al mercado nacional e internacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no se presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se cuenta con la información del volumen y/o capacidad instalada de las plantas procesadoras de leche caprina.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- **Información.**

ICBF - Invima. 2018. Plantas procesadoras de leche

- **Precisiones de la información.**

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

- **Análisis de la consistencia y preparación de la información**

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la cabecera municipal de las plantas procesadoras de leche a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado.

- **Clasificación de los municipios por aptitud**

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta las plantas procesadoras: aptitud alta (A1): menos de una hora; aptitud media (A2): entre una y dos horas, y aptitud baja (A3): más de dos horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

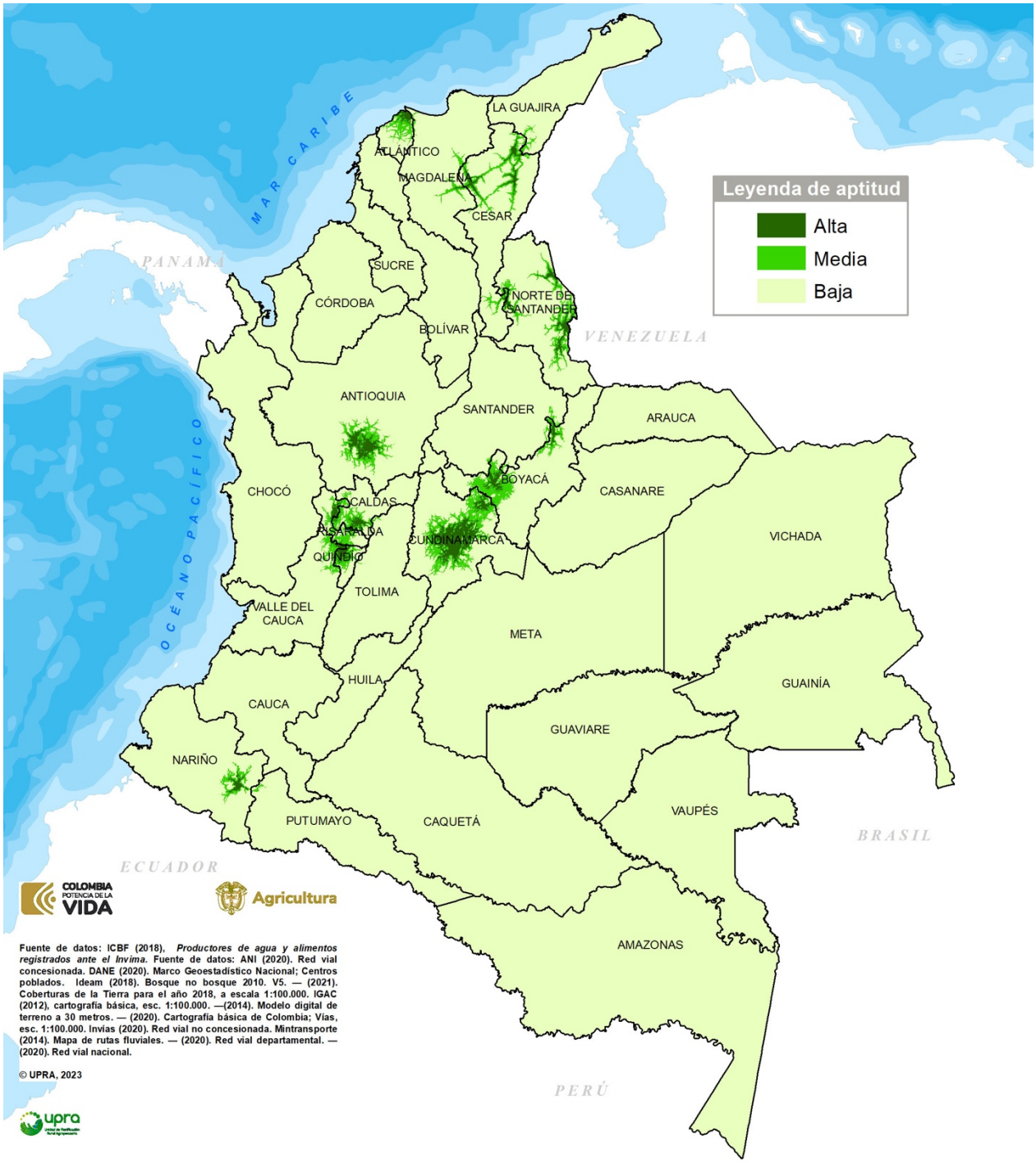
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a plantas procesadoras

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. *Total cabecera por municipio 2020*.
- _. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*
- ICBF – Invima. (2018). *plantas procesadoras de leche* caprina
- Ideam. (2018). *Bosque no bosque 2010 V5*. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte

_. (2020). *Red vial departamental y nacional*

3.1.4 Variable cercanía a plantas de beneficio

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística		
VARIABLE: cercanía a plantas de beneficio	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se accede a un establecimiento en donde se sacrifican las especies animales (declaradas como aptas para el consumo humano) y que ha sido registrado y autorizado para este fin. Tiene como objetivo proveer a las entidades territoriales la infraestructura y el equipamiento adecuado para el sacrificio de animales, considerando las prácticas sanitarias establecidas en la normatividad colombiana, esto con el fin de mejorar las condiciones de sacrificio y comercialización de productos cárnicos aptos para el consumo humano (Ministerio de la Protección Social, 2007).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en los costos de producción referentes a la comercialización y distribución de carne de caprinos para consumo humano. La cercanía a las plantas de beneficio en los municipios reduce los costos de transporte y facilita el proceso de comercialización y distribución de la carne para consumo humano.

La competitividad de un municipio está determinada por la cercanía, dado que influye tanto en los costos de producción como en la comercialización y distribución de la carne. Las principales plantas de beneficio, están ubicadas en Bogotá, Santa Rosa de Osos (Antioquia), Galapa (Atlántico), Cereté (Córdoba), Bucaramanga (Santander), Valledupar (Cesar), Chocontá y Zipaquirá (Cundinamarca), Ibagué (Tolima) y Yumbo (Valle del Cauca).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Aunque mide la disponibilidad de sacrificio, no logra diferenciar las condiciones del mercado actual de carne en pie, porque hay plantas de beneficio que reciben ganado de otros municipios sean cercanos o no.

Existe un limitante que está relacionado con el Decreto 1500 de 2007, que promulga las especificidades técnicas que debe cumplir la planta de beneficio, siendo en la actualidad muy pocas las plantas que logran cumplir todos los requisitos y eso puede a futuro eliminar plantas que en este cálculo se han tenido en cuenta.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- **Información.**

Invima. 2019. Plantas de beneficio

- **Precisiones de la información.**

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

- **Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de las plantas de beneficio en la cabecera municipal.

- **Clasificación por aptitud.**

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento de las plantas de beneficio, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a ellas, así: aptitud alta (A1): a menos de una hora; aptitud media (A2): entre una y dos horas, y aptitud baja (A3): más de dos horas.

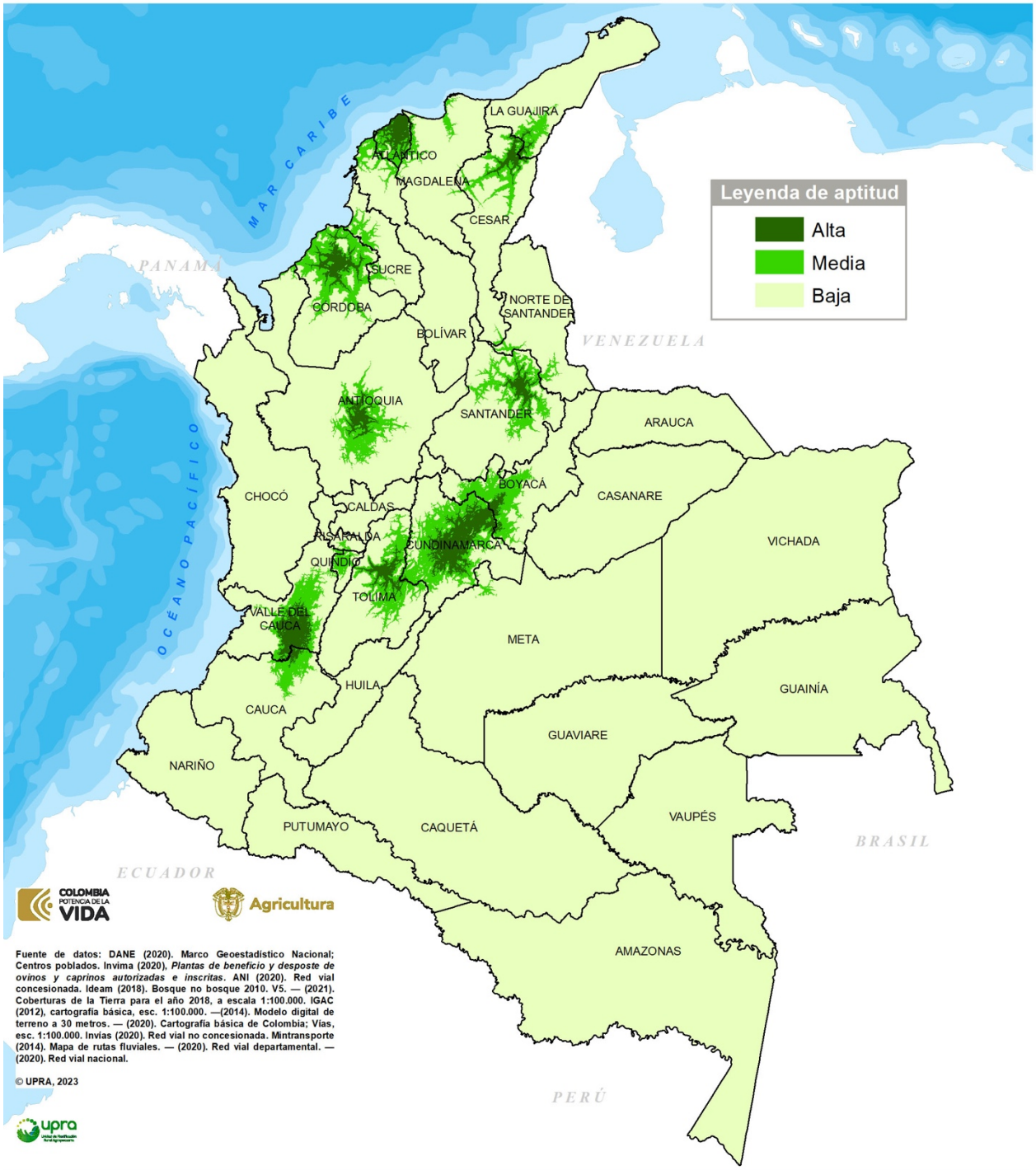
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
<1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a plantas de beneficio

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. *Total cabecera por municipio 2020*.
- _. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*
- Ideam. (2018). *Bosque no bosque 2010 V5*. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*
- INVIMA. (2020). *Plantas de beneficio*
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). *Red vial departamental y nacional*

3.1.5 Variable conectividad terrestre

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística		
VARIABLE: conectividad terrestre	**UNIDAD DE MEDIDA:** predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Cercanía del predio y del colindante a las vías primarias, secundarias y terciarias que hay en el país, y la accesibilidad a las rutas terrestres para el movimiento de caprinos en pie e insumos de un lugar a otro.

Sintetiza la facilidad de desplazamiento del aparato productivo para el transporte de caprinos en pie principalmente.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra las rutas donde hubo movimiento de caprinos en pie en los años 2019, 2020 y 2021. Impacta la facilidad con que los agentes económicos pueden desplazarse en el territorio nacional en especial aquellos que trasladan animales en pie de un sitio a otro, particularmente para caprinos de cría, de ordeño y levante a los sitios donde son cebados.

Asimismo, los predios más cercanos a las vías, tendrán mayor aptitud para interactuar en los procesos con socios comerciales (actuales y potenciales) en la movilización del ganado caprino y de insumos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Como la espacialización depende de la información de predios, y hay muchos municipios en especial los del suroriente colombiano, que no tienen información catastral, en esos sitios solo se muestran las rutas y las líneas del movimiento por lo que no tienen información predial (catastro).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- **Información.**

ICA 2019, 2020, marzo de 2021. Guías de movilización

- **Precisiones de la información.**

Se tuvo en cuenta la información de las guías de movilización, de los años 2019 hasta marzo del 2021, por ser el 2020, un año atípico, debido al Covid 19, en el cual no hubo movilización de animales por restricciones de bioseguridad, para lo cual se tomó el punto de origen como el punto de destino, con el objeto de identificar número de animales y flujos de movilización. La información que se obtuvo de las guías de movilización a través del ICA tiene en cuenta el municipio de origen según el tipo: si es predio o una concentración ganadera, para el punto de llegada se tiene en cuenta si el ganado movilizado llega a otro predio, a una planta de beneficio, o a una concentración ganadera. A su vez se tiene en cuenta la movilización en carro y en arreo de caprinos en pie.

- **Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

Se organizó la base de datos de las guías de movilización ICA 2019, 2020, hasta marzo 2021, teniendo en cuenta el punto de origen y el punto de destino, se trazaron las vías de acuerdo con la cercanía de los predios colindantes a las vías que transportan mayor número de caprinos al año.

Los municipios se categorizaron a través de la aplicación de la Ley o Principio de Pareto, también conocida como la Regla del 80/20 (o 20/80), establece que, de forma general y para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80 % de las consecuencias proviene del 20 % de las causas. En este caso, el 80 % del total de caprinos transportados en los municipios es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios sin reporte de caprinos transportados. El procedimiento, consiste en ordenar de mayor a menor los municipios que tienen mayor número de caprinos movilizados, seguidamente se estima las participaciones de cada municipio dentro del total del registro de movilidad de caprinos. Finalmente se estima una columna en la que se calcula el porcentaje acumulado de la distribución dentro de los municipios hasta que dicha

acumulación llegue al 80 % de participación. Se verifica que el número de municipios que aportaron al 80 % de la movilidad, represente aproximadamente el 20 % del total de municipios.

Partiendo de esto se clasificaron en aptitud alta (A1) los municipios cuyo porcentaje de número de caprinos transportados no superara el 80 % del total de caprinos movilizados, en aptitud media (A2) los municipios del restante porcentaje que reportaran un número menos a 300 animales y en baja (A3= el resto del país.

- **Clasificación por aptitud.**

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron el predio y colindante en las rutas terrestres que movilizan caprinos en el país.

Aptitud alta (A1): predio y colindante a rutas que transportan más de 180 caprinos (incluye línea de la vía) y buffer de 1 km; aptitud media (A2): predio y colindante a rutas que transportan menos de 180 caprinos (incluye línea de la vía) y buffer de 1 km; aptitud baja (A3): resto del país.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

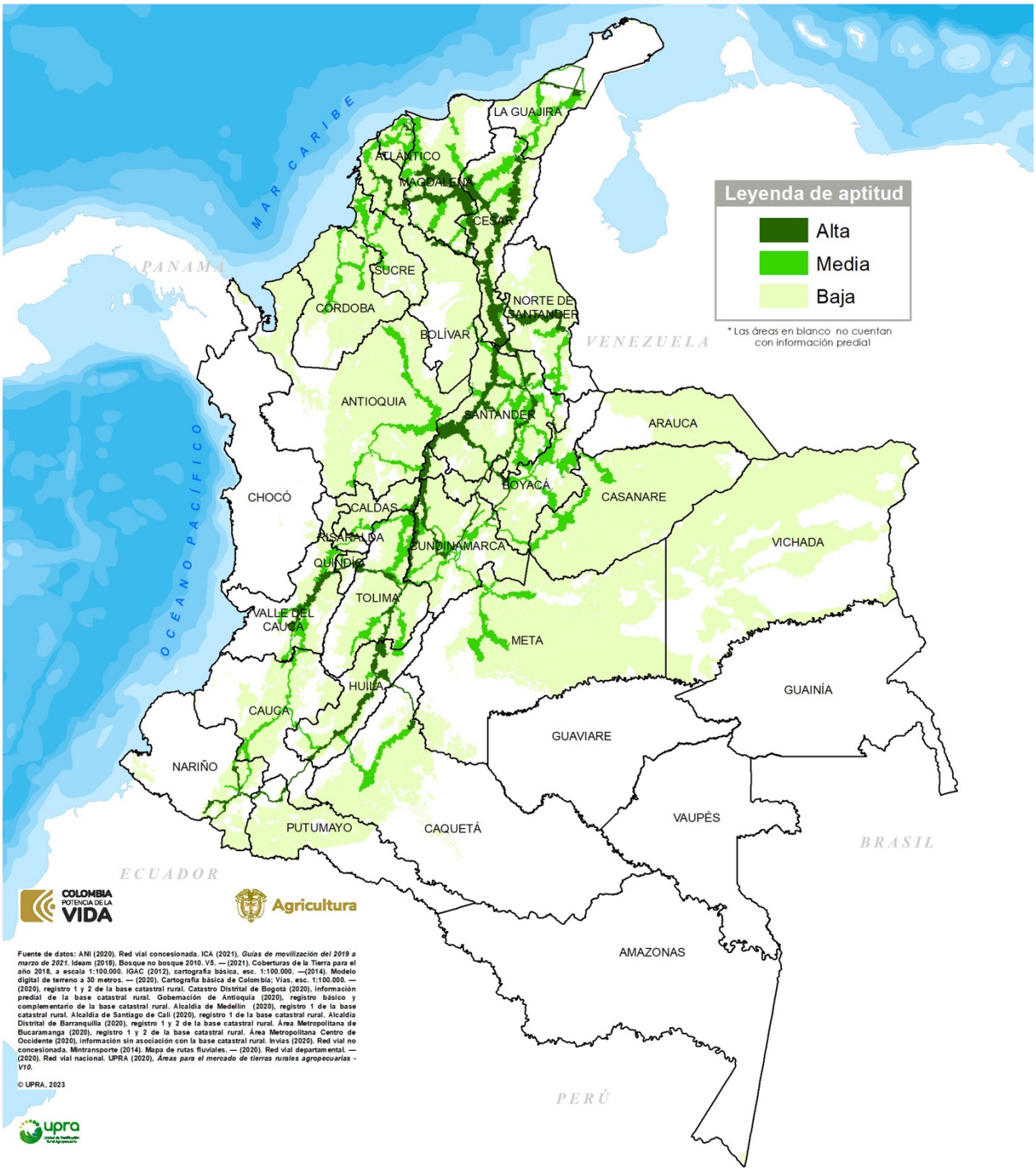
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Predios	Aptitud
Predio y colindante a rutas que transportan más de 180 caprinos (incluye línea de la vía), buffer de 1 km	Alta (A1)
Predio y colindante a rutas que transportan menos de 180 caprinos (incluye línea de la vía), buffer 1 km	Media (A2)
Resto del país.	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable conectividad terrestre

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G.
- ICA. (2019, 2020, 2021). *Guías de movilización*.
- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Metodología Corin Land Cover adaptada para Colombia periodo 2010-2012. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*.
- Mintransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte

3.1.6 Variable cercanía a centros de servicios

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: infraestructura y logística</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: cercanía a centros de servicios</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento (hora)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td colspan="2">Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td colspan="2">Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción de caprinos.

Centro de servicios, municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2018, proyectada a 2020. Esta cifra corresponde a los municipios con primera, segunda y tercera categoría definidos por la Ley 1551 del 2012, según lo establecido en el artículo 320 de la constitución política colombiana que dispone que la "ley podrá establecer categorías de municipios de acuerdo con su población, recursos fiscales, importancia económica y situación geográfica, y señalar distinto régimen para su organización, gobierno y administración".

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la competitividad para el desarrollo de la producción de caprinos, al facilitar el acceso a insumos y servicios necesarios para el productor.

La accesibilidad hace referencia al tiempo de desplazamiento, el cual viene determinado por la oferta y el estado de las redes de transporte vial, fluvial y de la distancia entre dos puntos, uno de ellos el centro de servicios (tomando como referencia la cabecera municipal).

Zonas más cercanas a los centros de servicios, son más competitivas que aquellas más distantes o con vías en mal estado o sin vías de acceso.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2020, estimada a partir del censo de población y vivienda del año 2018. Hay centros de servicios importantes que podrán omitirse por no contar con más de treinta mil habitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. **Información.**

DANE 2018. Censo Nacional de Vienda y Población. Total cabecera por municipio 2020.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de estas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para la zonificación de caprinos, los centros de servicios se definen como los municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para la proyección DANE del año 2020.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los centros de servicios. Aptitud alta (A1): centros de servicios a menos de media hora para acceder a los servicios. Aptitud media (A2): centros de servicios entre media y dos horas para acceder a los servicios. Aptitud baja (A3): centros de servicios a más de dos horas para acceder a los servicios.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

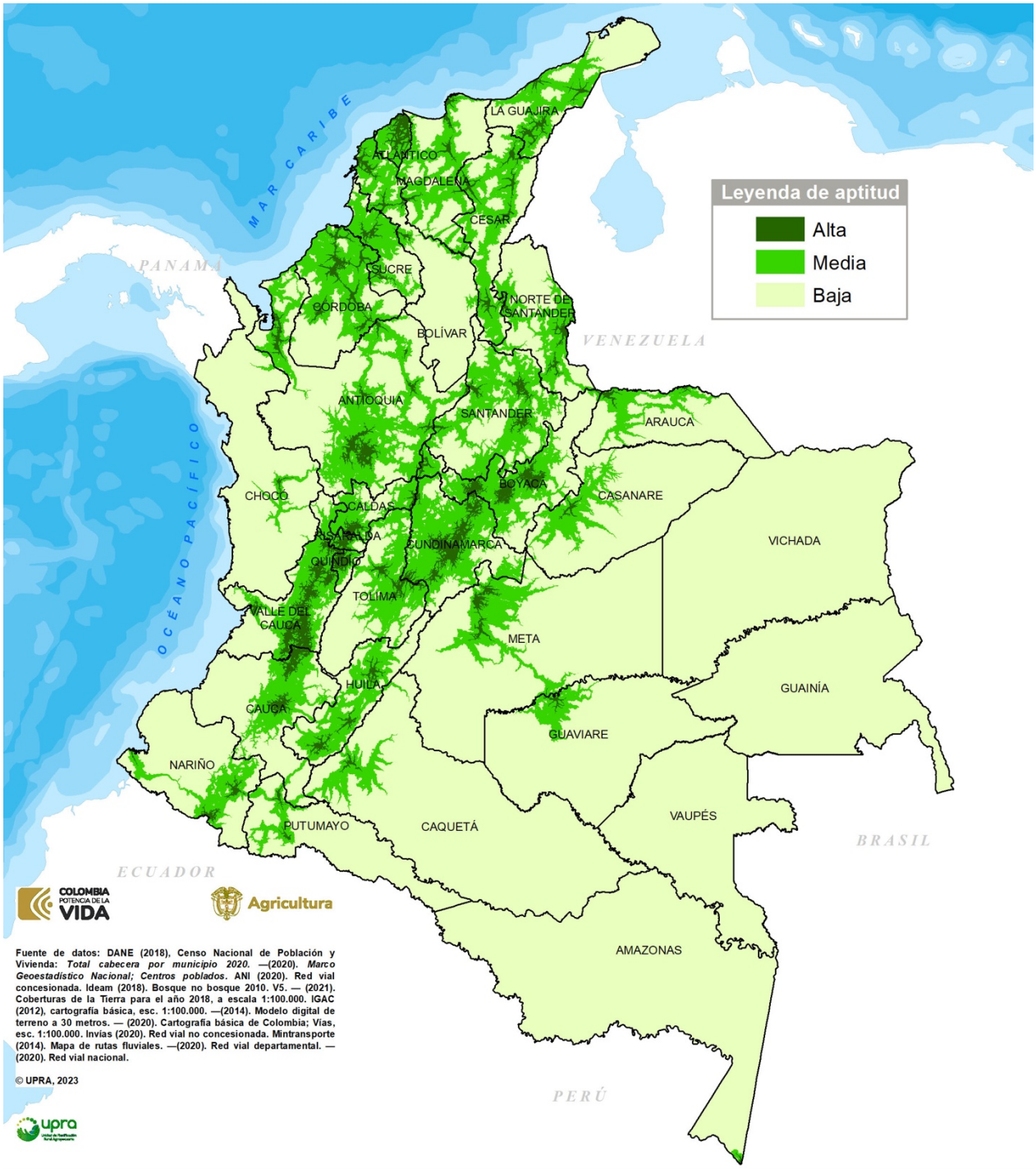
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1/2	Alta (A1)
1/2 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a centros de servicios

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda. *Total cabecera por municipio 2020*.
- _. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*
- Ideam. (2018). *Bosque no bosque 2010 V5*. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). *Red vial departamental y nacional*.

3.1.7 Variable energía eléctrica rural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="3">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: socioeconómico SUBCOMPONENTE: económico</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: energía eléctrica rural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: favorabilidad en el acceso</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Nivel de favorabilidad para el acceso al servicio público de energía eléctrica en las zonas rurales del país, en el que se evalúa tanto la cobertura porcentual de este servicio en el área rural de cada municipio, como la tarifa media cobrada por los prestadores del servicio residencial.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Orienta a los agentes económicos en sus decisiones de inversión sobre las áreas rurales del país donde se cuenta con condiciones de acceso por cobertura y tarifa media favorables para al servicio público de energía eléctrica. El suministro de esta fuente energía resulta fundamental en un conjunto amplio de actividades económicas y sistemas productivos rurales, incluyendo casos en donde se hace indispensable o insustituible por ninguna otra fuente de energía. Adicionalmente brinda una significativa mejora en las condiciones de vida rural para habitantes y trabajadores rurales.

Se le otorga una mayor aptitud a aquellas zonas del país que tienen un mejor nivel de cobertura rural para el servicio de energía eléctrica rural y simultáneamente cuentan con tarifas medias totales residenciales de energía eléctrica bajas en el contexto nacional.

Se estima que existe una relación directa entre las condiciones de favorabilidad en cobertura y tarifa con la aptitud productiva para los sistemas productivos que demandan de esta fuente de energía. Municipios con mejores condiciones de acceso al servicio de energía eléctrica rural en cobertura y tarifa, facilitan el desarrollo de la actividad productiva rural, permitiendo que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir financiamiento.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información que está disponible para el servicio de energía eléctrica rural en el sistema de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (de donde se toma la información de tarifa media residencial rural), ni la dispone en la Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) aproxima a las dimensiones de calidad en la prestación del servicio. Es decir, no está disponible información como el número y duración de interrupciones en la continuidad del suministro de energía eléctrica en los municipios analizados o la vulnerabilidad o probabilidad de complicaciones que afecten la calidad.

Por otra parte, la actualización de la información usada no es la mejor, puesto que en este momento el año 2018 es el último año en el que la UPME ha calculado el índice de cobertura eléctrica, lo que limita el uso de información que si tiene mayor actualización por parte del sistema de información de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Lo anterior afecta la aproximación a la favorabilidad en el acceso al servicio público de energía eléctrica rural que se modifica con nuevos proyectos e inversiones de los prestadores del servicio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- **Información.**

Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). (2018). Índice de cobertura de energía eléctrica. Resto.
Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y Sistema Único de Iinformación (SUI). (2018).
Tarifa Media rural residencial. 2018. Precisiones de la Información.

La información refiere a la cobertura rural denominada resto por la UPME y la información de la tarifa media de energía eléctrica corresponde a información rural residencial, lo que permite hablar de una misma área y un tipo especial de receptor del servicio. Las dos sub variables son:

Índice de Cobertura de Energía Eléctrica resto -ICEE

Este índice se entiende como *"la estimación de la relación entre las viviendas con servicio (usuarios) y el total de viviendas, discriminando los usuarios ubicados en la cabecera municipal o urbanos de los ubicados en el resto o zonas rurales de cada sitio, municipio o departamento"* (Unidad de Planificación Minero Energética (UPME) 2019).

$$ICEE_{t,i} = \frac{Usuarios_{t,i}}{Viviendas_{t,i}} \; X \; 100\%$$
$$t = período\ de\ tiempo\ calculado$$
$$i = ubicación\ departamento, municipio, sitio$$

Entendiéndose en el marco de la metodología de cálculo de este índice, una vivienda como un inmueble con uso residencial y usuario corresponde a las viviendas clasificadas en el sector residencial, que tienen la infraestructura eléctrica disponible, independiente de su condición comercial, la cantidad de horas de servicio o si el servicio se presta a través del Sistema Interconectado Nacional –SIN o mediante soluciones aisladas –ZNI Zonas no interconectada (UPME 2019).

En cuanto a las fuentes de información de base que utiliza la UPME para el cálculo de este índice, está el Censo Nacional de Población y Vivienda –CNPV 2018 del DANE. Adicionalmente se usa información de los operadores de red, del IPSE (Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para Zonas No Interconectadas) reportes realizados a través del SUI, entre otros (UPME 2019).

Debe puntualizarse, que para el caso de la variable energía eléctrica rural, diseñada para el proceso de evaluación de tierras, la información tomada del ICEE corresponde a aquella reportada para las zonas denominadas resto.

Tarifa media rural residencial de energía eléctrica

Las tarifas en el contexto de servicios públicos domiciliarios se entienden como la «valoración fijada a los productos de servicios públicos, cuyo insumo para su cálculo es generado por una entidad regulatoria (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, Comisión de Regulación de Energía y Gas –CREG por ejemplo)» (EPM 2021).En este sentido, la tarifa media rural residencial, se refiere a la tarifa promedio que es cobrada a los usuarios del servicio de energía eléctrica en el ámbito rural y que pertenecen al sector residencial. La información para esta sub variable fue obtenida del Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios –SUI.

- **Análisis de la consistencia y preparación de la información.**

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos, respectivamente, y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$.

Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos, la decisión es utilizar el método de K-medias.

- **Clasificación de los municipios por aptitud.**

Se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia «intra-clústeres» y maximizar la distancia «inter-clústeres», partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias, desarrollado por MacQueen (1967), se basa en un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del cluster de K-medias fueron los siguientes:

- Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
- De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del *cluster*) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
- Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las

diferencias de este con los centroides de los *cluster* inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo *cluster*.

- Se asigna cada elemento al *cluster* cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
- Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a *cluster*, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

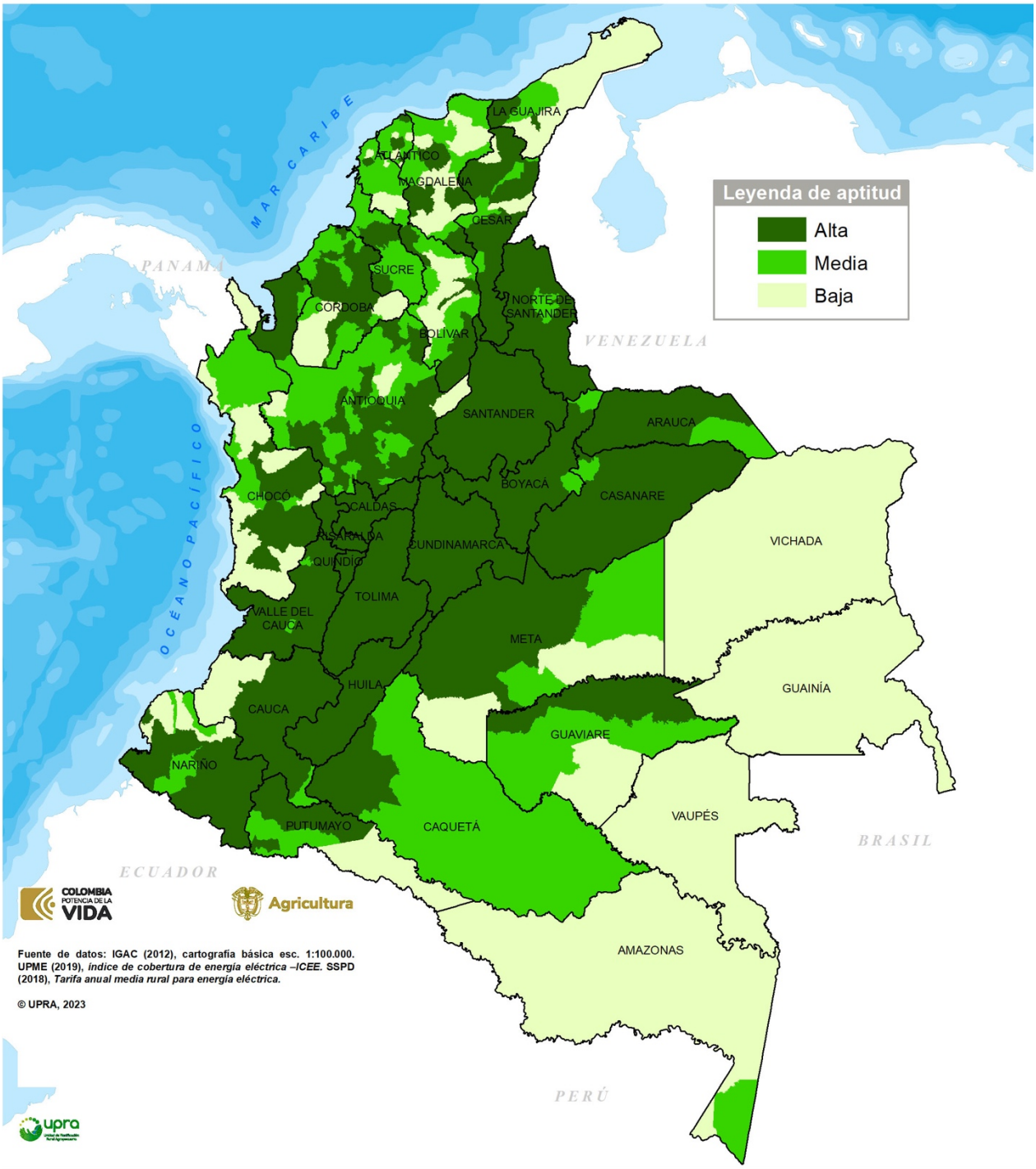
- Evaluar la existencia de *clúster* que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de *closter* alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre *cluster* (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la sub variable Índice de Cobertura de Energía Eléctrica resto, el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): Municipios con más de 81,6 % de cobertura
Aptitud media (A2): Municipios entre 46,3% y 81,6% de cobertura
Aptitud baja (A3): Municipios con menos de 46,3% de cobertura

A continuación, se presenta el resultado de la Sub variable del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica Resto

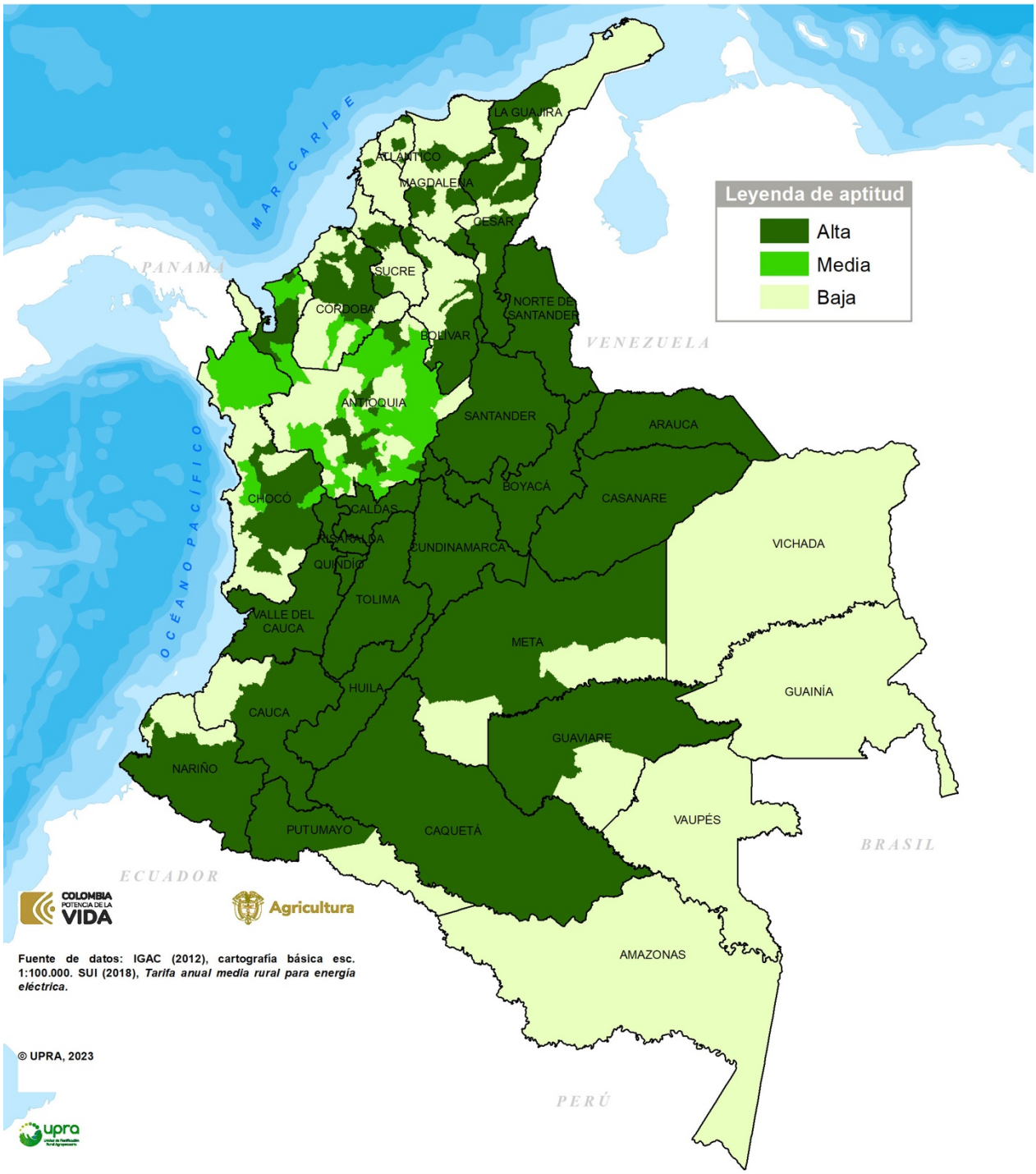


CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable energía eléctrica rural

Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la subvariable tarifa media rural residencial, obtenida del sistema único de información de servicio público domiciliarios disponibles en http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_tec_069 el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): Municipios con tarifa media rural inferior a $716 por kilovatio.
Aptitud media (A2): Municipios con tarifa media rural entre $716 y $1.075 por kilovatio
Aptitud baja (A3): Municipios con tarifa media rural superior a $1.075 por kilovatio

A continuación, se presenta el resultado de la Sub variable tarifa media rural residencial



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Subvariable tarifa media rural de energía eléctrica residencial

Posterior a estos resultados se integran las dos subvariables (Índice de cobertura de energía eléctrica resto y Tarifa media rural de energía eléctrica residencial) mediante el siguiente árbol de decisión en donde se evalúa la favorabilidad en el acceso al servicio público de energía eléctrica rural tanto por cobertura como por tarifa.

	Índice de Cobertura en Energía Eléctrica Rural			
Tarifa media Rural Residencial		A1	A2	A3
	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El anterior árbol de decisión se operacionaliza con la ponderación aritmética igualitaria de las subvariables de Índice de Cobertura de Energía Eléctrica resto y de Tarifa media rural residencial de energía eléctrica. Esto significa que los valores categóricos de cada subvariable se convierten en valores computables de la siguiente forma, A1 equivale a un valor de 3, A2 equivale a un valor de 2 y A3 equivale a un valor de 1. De esta forma se ponderan y agregan los resultados de cada subvariable para cada municipio y dicha sumatoria se contrasta para asignar los niveles de aptitud de la Variable Energía eléctrica.

Como se aclaró, estos puntos de corte y sistema de asignación de aptitud replica los resultados mostrados en el árbol de decisión anteriormente expuesto.

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

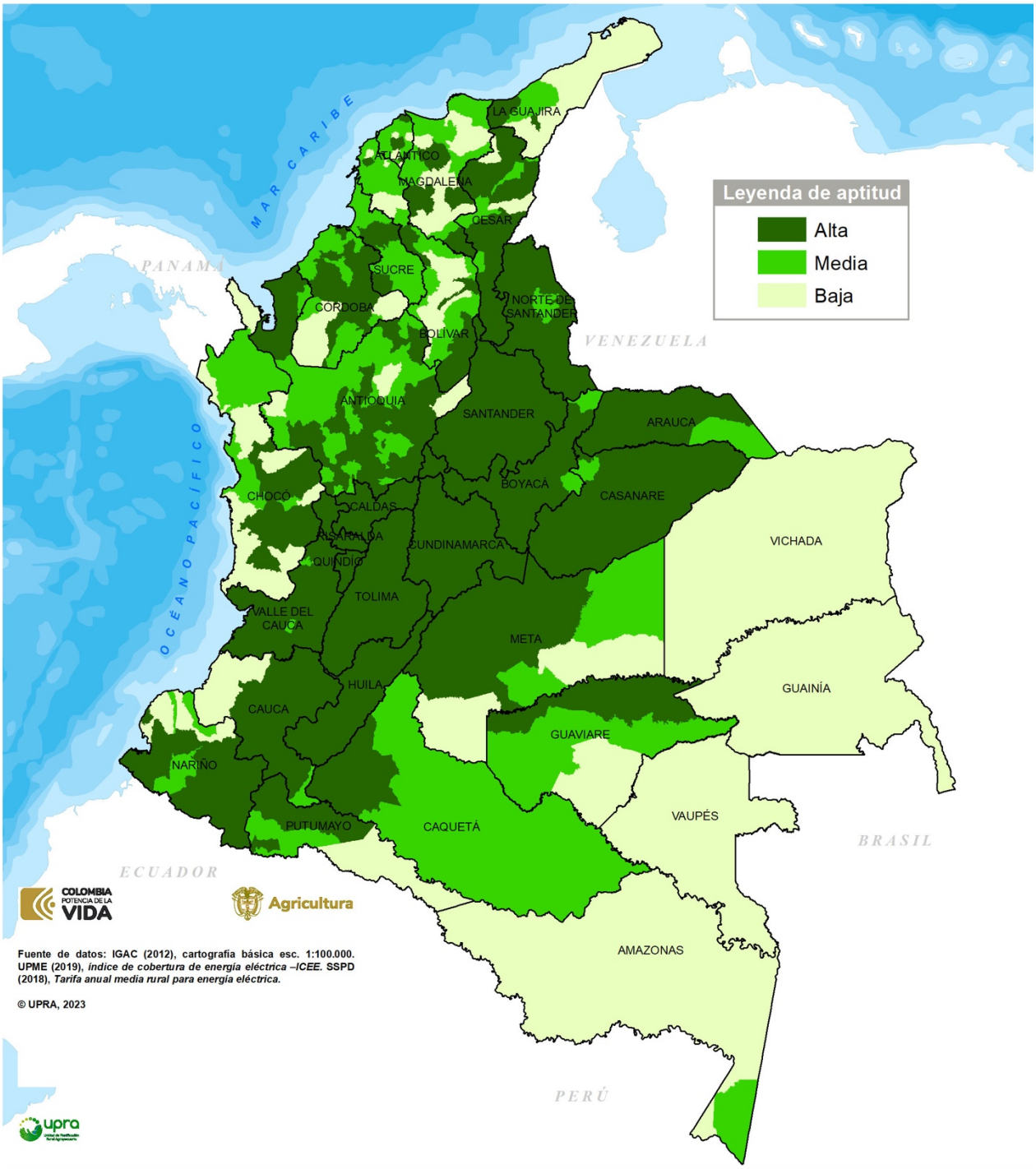
Calificación del índice de prestación del servicio de energía eléctrica rural

Favorabilidad en el acceso	Aptitud
Municipios > 2,3	Alta (A1)
Municipios 1,7 – 2,3	Media (A2)
Municipios < 1,7	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Favorabilidad en el acceso

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable energía eléctrica rural

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Empresas Públicas de Medellín (EPM). 2021. “Diccionario de servicios públicos”. Recuperado 29 de julio de 2021 (https://www.epm.com.co/site/home/diccionario-de-servicios-publicos#undefined).
- MacQueen, J. 1967. “Some methods for classification and analysis of multivariate observations”. *L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* 1(Statistics):281–97.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y Sistema Único de Iinformación (SUI). 2018. “Tarifa Media rural residencial”.
- Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). 2018. “Índice de cobertura de energía eléctrica. Resto”.
- Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). 2019. *Metodología y resultados de la estimación del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica – ICEE-*. Bogotá D.C. Colombia.

3.2 Criterio asociatividad e institucionalidad

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO: asociatividad e institucionalidad		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Cercanía a asociaciones, expresada en tiempo de desplazamiento (hora). • Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA, expresada en tiempo de desplazamiento (hora). • Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria - EPSEA, expresada en tiempo de desplazamiento (hora). • Cercanía a Agrosavia, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).		

DEFINICIÓN

Presencia institucional del Estado, gremial y/o de organizaciones de base de la cadena productiva agropecuaria en un municipio cuyo apoyo conduce a la competitividad.

Identifica condiciones internas y externas a la cadena, en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector pecuario.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La asociatividad es un aspecto relevante del desarrollo de las actividades productivas ya que refleja la existencia de liderazgos, de cohesión social y la construcción de redes que articulan a los productores de base y facilitan su acceso a instancias en las que pueden disponer de recursos para la implementación de proyectos productivos y el desarrollo del sector en un municipio.

Además, la cercanía a la institucionalidad permite generar oportunidades para el mejoramiento de la productividad y abrir espacios para la adaptación de las unidades productivas a las condiciones que demanda el mercado. En este mismo sentido, la cercanía a la institucionalidad también puede ayudar a fortalecer procesos de innovación y cambio técnico, necesarios para responder a las necesidades del consumidor final.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El ICA y Agrosavia son entidades que tienen ofertas institucionales: ICA en vigilancia fitosanitaria, normatividad, certificaciones de predios, en BPA, etc.

Agrosavia asociada a la innovación y transferencia de conocimiento y tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad de la producción caprina.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (Analytics Hierarchy Process), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

CRITERIO	VARIABLES	Cercanía a asociaciones	Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria - EPSEA	Cercanía a Agrosavia
ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD	Cercanía a asociaciones	**1**			
	Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	**1/3**	**1**		
	Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria - EPSEA	**1/3**	**1/3**	**1**	
	Cercanía a Agrosavia	**1/5**	**1/5**	**1/3**	**1**

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual importancia		Más importante			

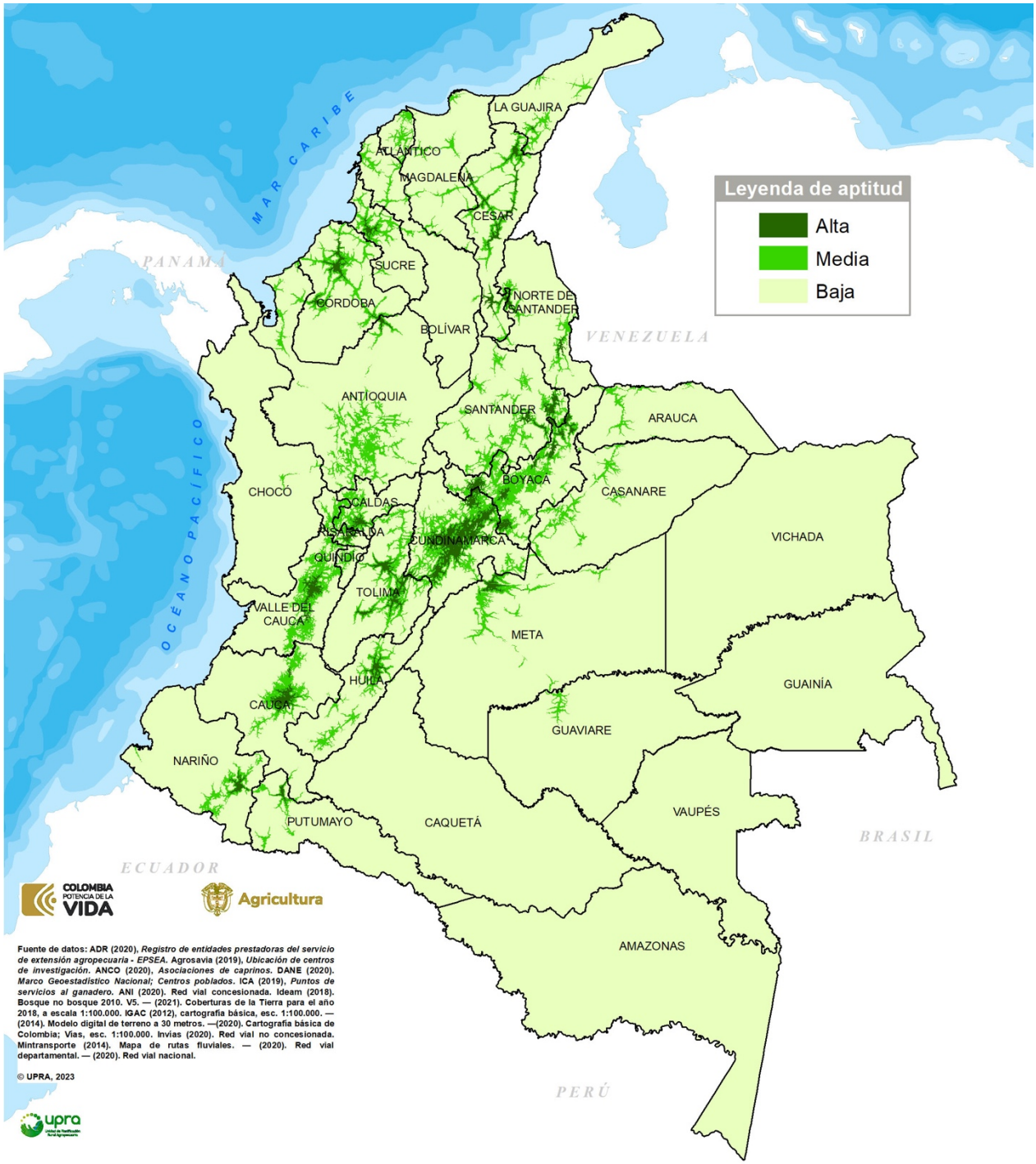
Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a las asociaciones	49,9
	Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	28,8
	Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria - EPSEA	14,7
	Cercanía a Agrosavia	6,6
TOTAL, PONDERACIÓN		**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Asociatividad e Institucionalidad	Cercanía a asociaciones	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1	1-2	> 2
	Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1/2	1/2 - 1	> 1
	Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria - EPSEA	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1/2	1/2-2	> 2
	Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (hora)	<1/2	1/2 -2	> 2

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ADR. (2020). Registro de las entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria – EPSEA.
- Agrosavia. (2019). Ubicación de los centros de investigación.
- ANI (2020). Red vial concesionada
- ANCO (2020). Asociaciones. Bogotá: FEANCO.
- DANE. (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- ICA. (2020). Ubicación puntos de servicio al ganadero del ICA. Bogotá: ICA
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). Red vial departamental y nacional

3.2.1 Variable cercanía a asociaciones

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO: asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: cercanía a asociaciones	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Grupo autónomo y voluntario de mujeres y hombres que aúnan sus esfuerzos para constituir una empresa de la que tienen la propiedad común, que se rige por reglas y gestión democráticas y que persigue además de la rentabilidad, satisfacer sus necesidades y aspiraciones, sociales, y culturales (FINAGRO, 2012).

Ofrecen a los productores oportunidades de mercado, junto a servicios como una mejor formación en gestión y acceso a la información, tecnologías, innovaciones y servicios de extensión de calidad sobre Prácticas Ganaderas más productivas y sostenibles, al igual que ofrecen perspectivas y oportunidades que los productores no pueden alcanzar de forma individual en los mercados.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La asociatividad garantiza a los productores reunir sus activos y competencias para superar las barreras de los mercados y otras limitaciones, tales como precios más reducidos en la compra de insumos y equipos, ofrecen a los productores oportunidades de mercado, junto a servicios como una mejor formación en gestión y acceso a la información, tecnologías, innovaciones y servicios de extensión de calidad sobre Prácticas Ganaderas más productivas y sostenibles.

Las asociaciones, se ubican en buena parte en los municipios donde se ubica la producción de caprinos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se cuenta con una amplia información.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ANCO. 2020. Asociaciones de productores de caprinos

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación en la cabecera municipal donde se encuentra la asociación.

4. Clasificación por aptitud.
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a las asociaciones, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a ellas, aptitud alta (A1): a menos de 1 hora; aptitud media (A2): entre 1 y 2 horas y aptitud baja (A3): a más de 2 horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

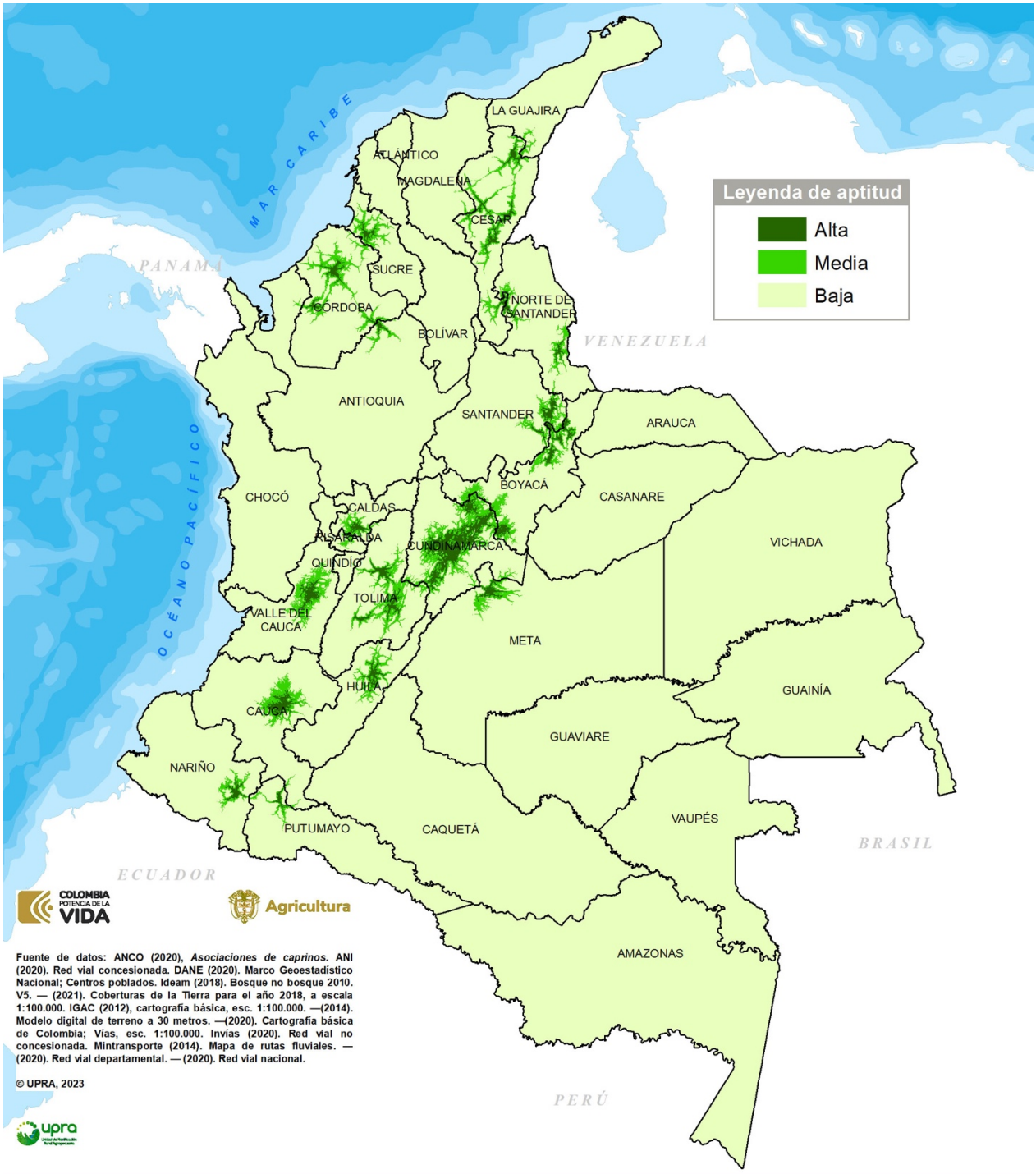
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a asociaciones

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANCO 2020. Asociaciones de productores de Caprinos. Bogotá: ANCO
- ANI (2020). Red vial concesionaria
- DANE. (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). Red vial departamental y nacional

3.2.2 Variable cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO: asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio, una oficina dependiente del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) que hacen presencia y ejercen una cobertura de prestación de servicios, en donde los usuarios pueden realizar trámites como solicitar la Guía Sanitaria de Movilización Interna de Animales (GSMI), guía de trasporte, registro de hierros, inscripción de fincas ganaderas, programa Identifica, así como información sobre ciclos de vacunación, trámites y requisitos que se deben cumplir para asegurar la sanidad animal y evitar la propagación de enfermedades de los caprinos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El ICA contribuye al desarrollo sostenido del sector agropecuario, la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales, la investigación aplicada y la administración, investigación y ordenamiento de los recursos, con el fin de proteger la salud de las personas, los animales y las plantas.

Los puntos de servicio al ganadero ofrecen a los productores, las facilidades en el trámite relacionado con la dinámica de manejo de la producción de caprinos.

En consecuencia, entre menor tiempo de desplazamiento haya desde un punto de la geografía nacional para llegar a una PSG del ICA, es más competitivo, dado que brindan mayores facilidades de acceso para el diagnóstico de enfermedades de control oficial y de declaración obligatoria, lo cual reduce los riesgos sanitarios y mejora la competitividad de las actividades productivas caprinas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La cobertura del ICA es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ICA. 2020. Puntos de servicio al ganadero.

2. Precisión de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de los puntos de servicios al ganadero ICA.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede del PSG, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a una sede de la entidad oficial. Aptitud alta (A1): a menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): entre 1/2 y 1 hora, y aptitud baja (A3): a más de 1 hora.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

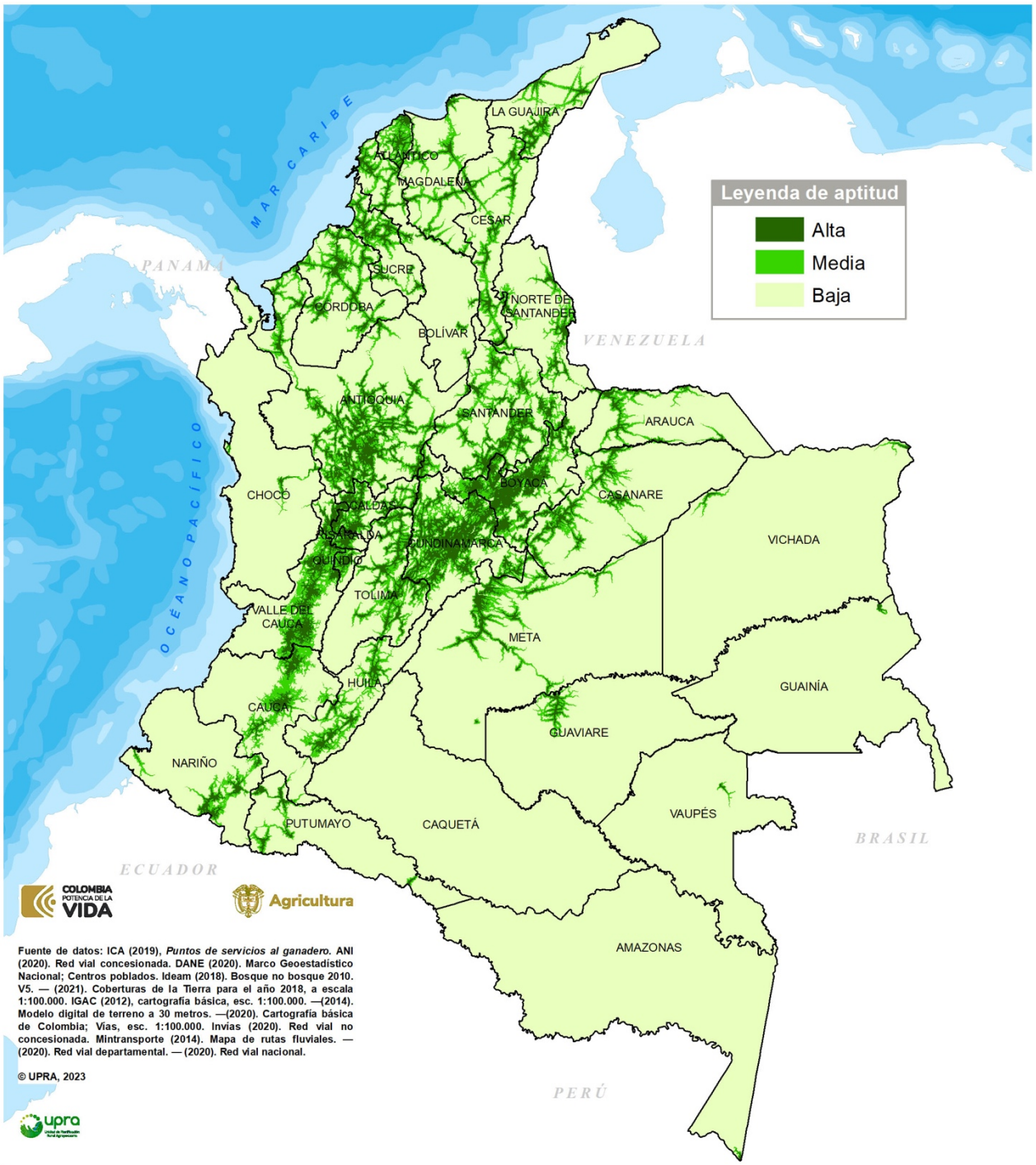
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
< 1/2	Alta (A1)
1/2 - 1	Media (A2)
> 1	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI (2020). Red vial concesionaria
- DANE. (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- ICA. (2020). Ubicación sedes puntos de servicio al ganadero ICA. Bogotá: ICA
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales

3.2.3 Variable cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria – EPSEA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria - EPSEA	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio una entidad prestadora de servicio de extensión agropecuaria (EPSEA).

Las EPSEA son las unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (Umata), Centros Provinciales de Gestión Agroempresarial (CPGA), gremios agropecuarios, empresas privadas o de naturaleza mixta, asociaciones de profesionales, universidades y demás instituciones de educación superior, Agencias de Desarrollo Local (ADL), entidades sin ánimo de lucro, colegios agropecuarios, cooperativas, organizaciones o asociaciones de productores, entre otros, que tengan por objeto la prestación del servicio de extensión o asistencia técnica agropecuaria. Deben cumplir los requisitos de habilitación de que trata el artículo 33 de la ley 1876 de 2017.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a los servicios de asistencia técnica agropecuaria, a través de un desarrollo sostenible de las actividades pecuarias, pecuarias, acuícolas y forestales, permitiendo un acompañamiento integral a los productores, facilitando el incremento de sus índices de productividad y competitividad.

VALOR DE XCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No hay limitantes en la variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ADR. 2020. Registro de entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria- EPSEA

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de estas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las 133 entidades prestadoras habilitadas por la ADR, las cuales se encuentran en 59 municipios.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron con base en los tiempos de desplazamiento a las sedes de la EPSEA, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a una de ellas, así; aptitud alta (A1): a menos de media hora; aptitud media (A2) entre media y dos horas y aptitud baja (A3) a más de dos horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

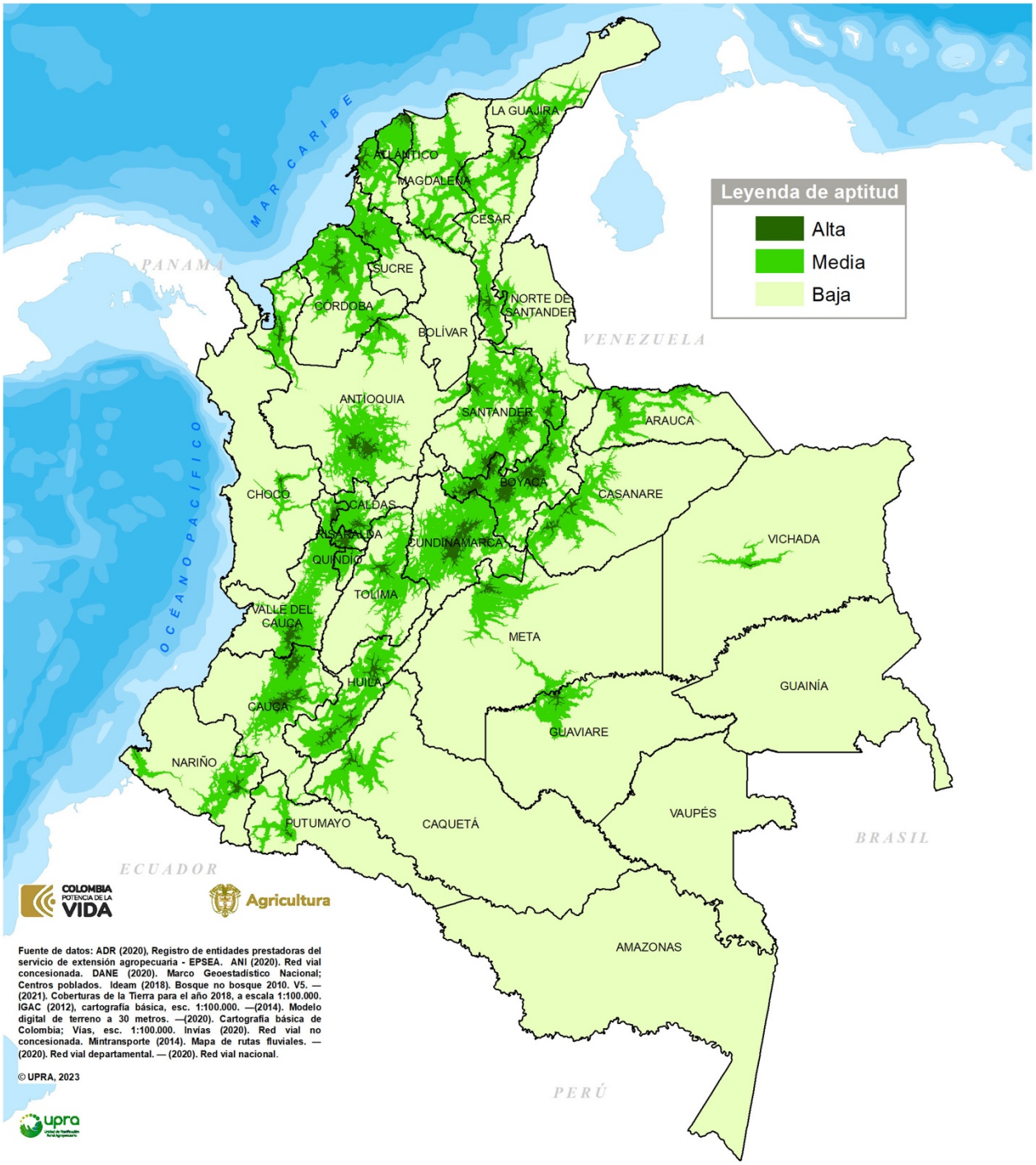
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1/2	Alta (A1)
1/2 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD

Variable cercanía a las Entidades Prestadoras de Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ADR. (2020). Registro de entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria-EPSEA
- ANI (2020). Red vial concesionaria
- DANE. (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). Red vial departamental y nacional

3.2.4 Variable cercanía a Agrosavia

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO: asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: cercanía a Agrosavia	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio un centro de Agrosavia, entidad cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional asociada a la innovación y transferencia de conocimiento y tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad de la producción caprina.

A mayor cercanía de una sede de Agrosavia, se tiene mayor probabilidad de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para mejorar los procesos productivos de caprinos.

Productores con posibilidades de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de los caprinos y, en general, a los servicios de la Corporación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La cobertura de Agrosavia es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Agrosavia. (2019). Centros de investigación Agrosavia.

2. Precisión de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de Agrosavia.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede de Agrosavia, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a la sede. Aptitud alta (A1): a menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): entre 1/2 y 2 horas y aptitud baja (A3): más de 2 horas.

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

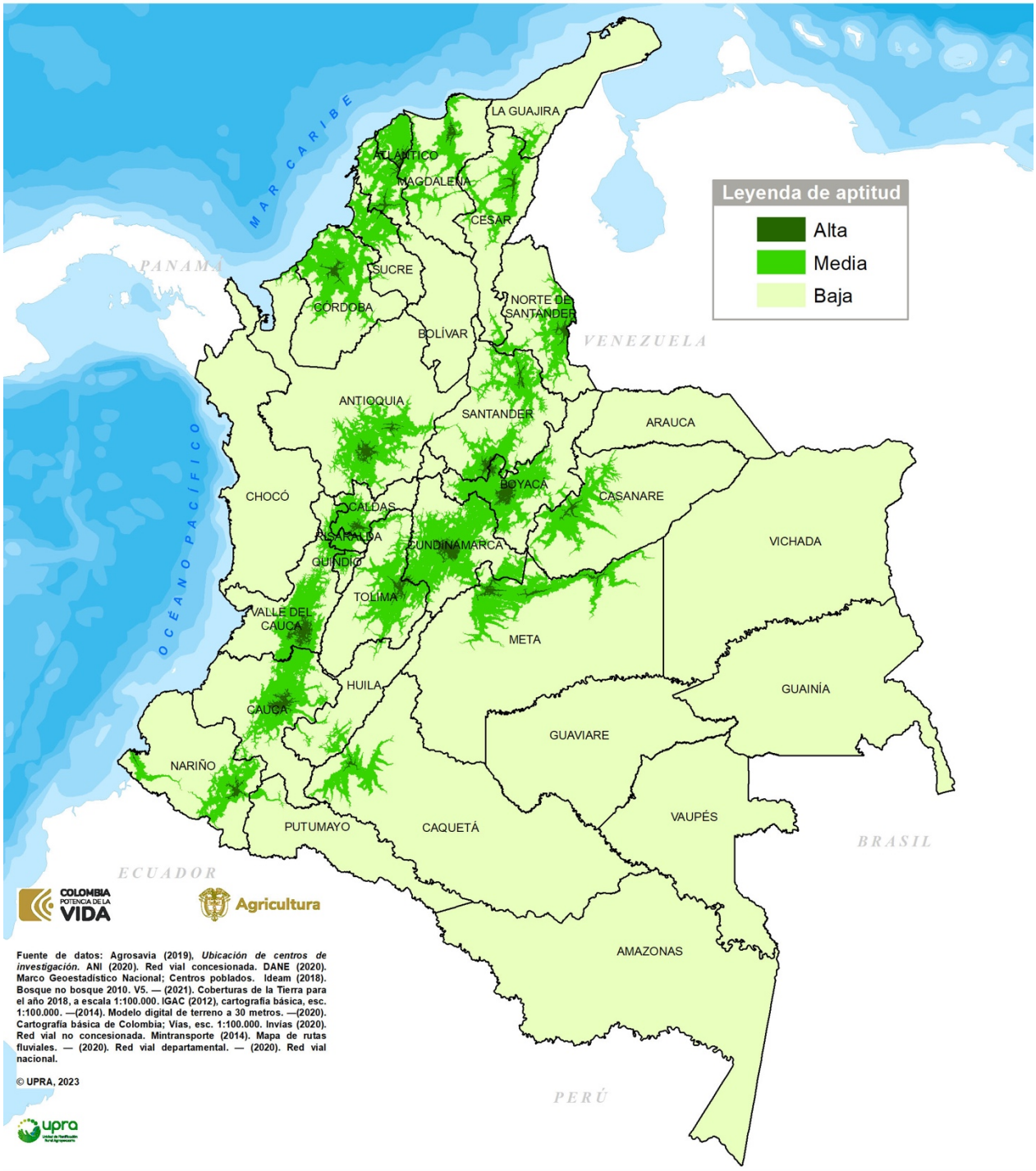
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
< 1/2	Alta (A1)
1/2 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a Agrosavia

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia. (2019). Centros Agrosavia.
- ANI (2020). Red vial concesionaria
- DANE. (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). Red vial departamental y nacional.

3.3 Criterio disponibilidad de mano de obra

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Densidad de la población rural en edad de trabajar, expresada como el número de habitantes rurales en edad de trabajar. • Oferta educativa técnica y tecnológica, expresada en tiempo de desplazamiento (hora). • Oferta educativa universitaria, expresada en tiempo de desplazamiento (hora).		

DEFINICIÓN

Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural en edad de trabajar para la producción pecuaria en un municipio, teniendo en cuenta la evaluación de las magnitudes poblacionales por unidad espacial y las posibilidades de acceso a programas de formación académica formal, acorde a las necesidades de los productores caprinos.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Brinda información sobre la potencial disponibilidad de mano de obra rural de un municipio en función del número de habitantes en edad productiva y de la capacidad para dotarlos de habilidades y transferirles conocimientos que les permita desempeñarse en actividades propias del sector pecuario, a través de la capacidad relacionada con la posibilidad de acceder a programas de formación académica para su capacitación. Estos elementos hacen posible que las unidades productivas de caprinos incrementen su productividad y la competitividad al implementar de mejor manera procesos técnicos sin estar limitados por la insuficiencia de personal idóneo.

Adicionalmente, permite a los agentes económicos prever y dimensionar la cantidad de capital humano en un municipio y sus posibilidades de especialización, factores que determinan la competitividad de la producción en los territorios.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La información disponible para determinar la población rural en edad de trabajar corresponde a las proyecciones de población 2020 construidas con base en el censo general de población y vivienda del DANE (2018), por distribución etaria y por ubicación en las áreas urbanas o rurales de los municipios, lo que limita la capacidad para ser actualizado sobre la dinámica demográfica más coyuntural.

Adicionalmente, la base del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) proporciona datos sobre la ubicación geográfica de los programas académicos (técnicos, tecnológicos y universitarios) y de las sedes donde tienen autorizado impartir dicha formación, pero con las nuevas metodologías de la información y la comunicación, la ubicación real de sus estudiantes puede distanciarse de las cabeceras municipales donde están autorizados a funcionar.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de tres variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Densidad de la población rural en edad de trabajar	Oferta educativa técnica y tecnológica	Oferta educativa universitaria
Disponibilidad mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	**1**		
	Oferta educativa técnica y tecnológica	**1/3**	**1**	
	Oferta educativa universitaria	**1/5**	**1/3**	**1**

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual en importancia		Más importante			

Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada una se asignó un valor así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

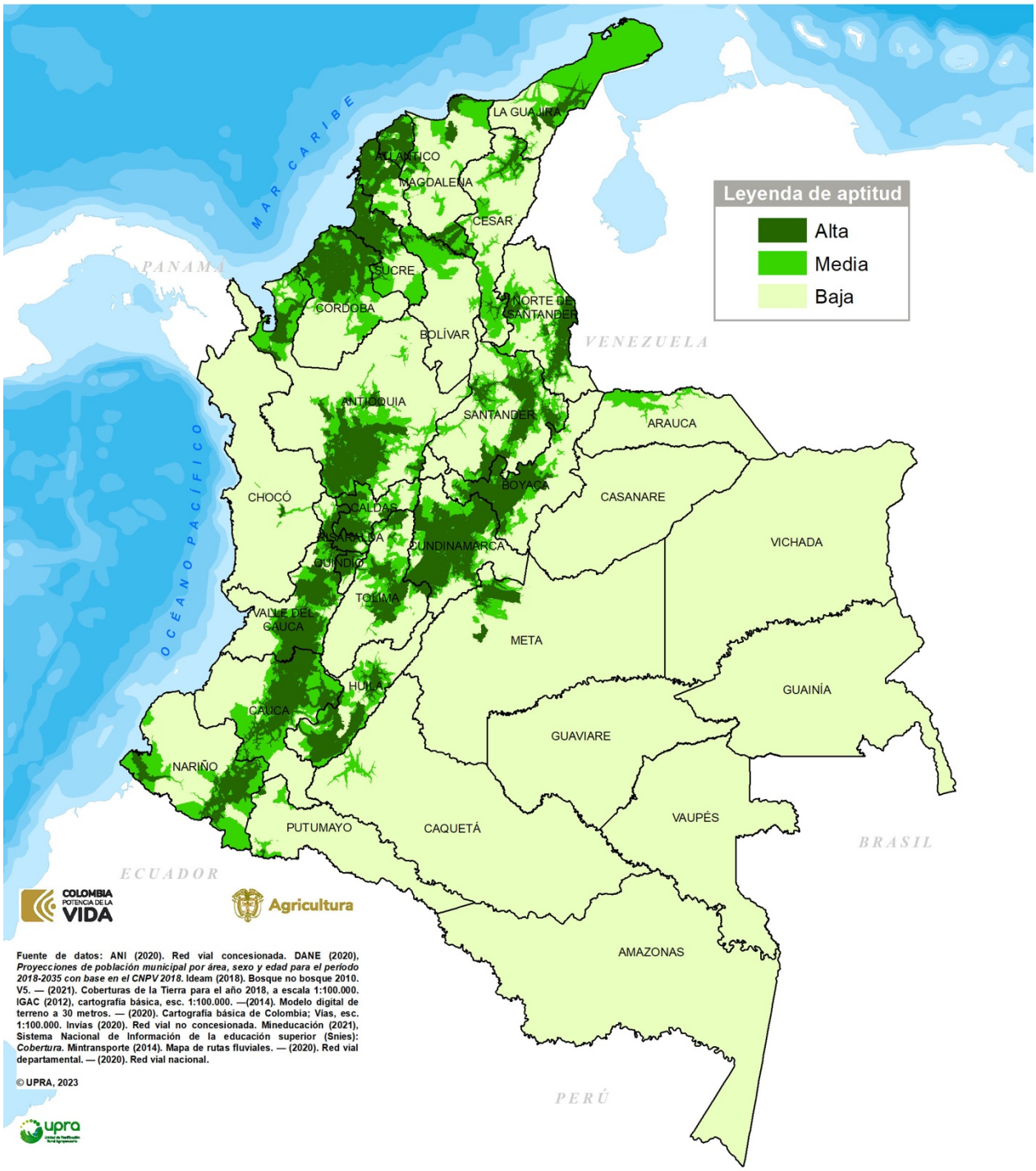
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	63,7
	Oferta educativa técnica y tecnológica	25,8
	Oferta educativa universitaria	10,5
Total, ponderación		**100**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Densidad de la población rural en edad de trabajar	Número de habitantes rurales en edad de trabajar / km^2	> 16,2	8,4 – 16,2	< 8,4
Oferta educativa tecnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 2	> 2
Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento (hora)	< 1	1 - 2	> 2

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI (2020). *Red vial concesionaria*
- DANE. (2020). Proyecciones de población municipal por Área, Sexo y Edad con base en el «Censo Nacional de población y vivienda 2018».
- _. (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- DNP. (2020). *Portal Territata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP
- Ideam. (2018). *Bosque no bosque 2010 V5*. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*
- Mineducación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) abril de 2021.
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte

_. (2020). *Red vial departamental y nacional*

3.3.1. Variable densidad de la población rural en edad de trabajar

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA		
VARIABLE: densidad de la población rural en edad de trabajar	**UNIDAD DE MEDIDA:** número de habitantes rurales en edad / km^2	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Número de personas rurales en edad de trabajar comparado con las necesidades técnicas de la producción de caprinos. El rango etario de 10 a 62 años responde a la disponibilidad de información por edades simples, buscando medir los habitantes que se consideran en capacidad de trabajar según las series de población proyectadas por el DANE (2020). Dicho valor es contrastado con las dimensiones físicas del municipio para aproximarse a la densidad poblacional rural en fase productiva de los municipios.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Se establece una relación directa entre el número de personas en edad de trabajar/km^2 en la zona rural y la aptitud productiva del municipio, puesto que con esta medición se hace una aproximación a la capacidad potencial del suministro de mano de obra ante posibles iniciativas productivas localizadas en su territorio.

Municipios con una mayor población rural en edad de trabajar en un área relativamente pequeña, tendrán altos valores de esta variable, lo que permite a los productores y agentes económicos mejores opciones en la disponibilidad de mano de obra (oferta laboral) que podría ser aprovechada para el desarrollo de las actividades pecuarias.

Por el contrario, aquellos municipios que tienen bajos niveles de población rural en edad de trabajar y que tienen áreas relativamente grandes, tendrán bajos valores de esta variable, lo que reducirá la posibilidad de que los agentes económicos accedan a la mano de obra necesaria para sus iniciativas productivas. Lo anterior permite que los potenciales productores e inversionistas

identifiquen las mejores opciones en la oferta laboral según el nivel de intensidad en el uso de este factor productivo por parte de la explotación pecuaria.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La población rural en edad de trabajar calculada, puede diferir de la real en el sentido de que dada la disponibilidad de información no existe forma técnica de considerar la población dedicada de tiempo completo a su educación o al trabajo del hogar, o que presentan condiciones especiales de discapacidad que limiten su capacidad productiva.

Adicionalmente, no se cuenta con la posibilidad de distinguir a aquellos individuos que aún en su fase de vida productiva no ofrecen su fuerza laboral por vivir de rentas o pertenecer a un régimen pensiona. Más limitante resulta aún en el caso de la explotación de caprinos, no poder establecer el nivel de interés real de los individuos en vincularse a este sistema productivo como opción y alternativa de vida.

Por otra parte, la distinción urbana y rural de la población por su residencia, no excluye la posibilidad de que las mismas ofrezcan su capacidad productiva en la zona rural cuando viven en el casco urbano, o que viviendo en la zona rural se desplacen al casco urbano para trabajar (conmutación), incluso existiendo la posibilidad de un desplazamiento a otro municipio cercano.

Finalmente, las áreas territoriales utilizadas para la estimación de la densidad espacial son muy sensibles a la existencia de territorios excluidos tanto de la frontera agrícola nacional como de otras limitaciones y condicionantes físicas y legales, por lo que, aunque se supone una distribución homogénea de la población rural en edad de trabajar dentro del territorio municipal, en la mayoría de los casos dicho supuesto no se cumple.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. (2020). Proyecciones de población municipal por Área, Sexo y Edad con base en el Censo Nacional de población y vivienda 2018.
DANE. (2020). Extensión territorial municipal.
DNP. (2020). Información obtenida del portal Terridata.

2. Precisiones de la Información.

La fuente para la estimación de la Población en edad de trabajar – $PET_{10\text{-}62}$ rural son las proyecciones de población municipal por Área, Sexo y Edad con base en Censo Nacional de población y vivienda del DANE (2018). La información se procesa considerando hombres y mujeres entre 10 y 62 años, habitantes de centros poblados y áreas rurales dispersas, los que se suman para estimar la población municipal rural en edad de trabajar. Dicho resultado es dividido en el área territorial del municipio reportada por el DANE y consolidada por el DNP en el portal Terridata.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se ordena de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5 % corresponde a datos atípicos, la decisión es utilizar el método de k-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Para definir los rangos de aptitud se estableció un punto de corte inicial definido por el requerimiento de mano de obra por hectárea para la producción caprina, en los que se consideró lo siguiente:

- La dedicación del trabajo contratado para la explotación caprina se hace normalmente de manera paralela con otras explotaciones pecuarias o agrícolas. Al revisar la tesis de maestría en producción animal “Nivel de desarrollo tecnológico de los sistemas de producción ovinos y caprinos en las regiones Centro, Norte y Valles Interandinos de Colombia” de la UNAL-2013, se encuentra que “en los sistemas caprinos predomina la dedicación de tiempo completo (51 %), media jornada (37 %) y menos de media jornada (12 %)”.
- En reuniones exploratorias con productores caprinos se manifestaron posibles rangos para la determinación del requerimiento de mano de obra por unidad espacial muy

particulares para cada caso en donde siempre se informó que no existía una diferencia técnica fundamental y significativa entre la explotación ovina y la caprina.

- En la zonificación de ovinos se usó la información expuesta en el plan de negocio "Estudio de factibilidad para la creación de una empresa agropecuaria dedicada a la producción y comercialización de ovinos en pie en el municipio El Roble – Sucre" en donde se proyecta una empresa que generará 980 Jornales en el primer año lo equivalente a 4 personas diarias en promedio, en un área de 20 hectáreas, donde estarán180 carneras, sus crías, siete (7) carneros reproductores y 38 borregos de levante. De esta manera se estima (980/365) /20 = 2.68/20 = 0.1342 jornales hectárea día.
- En los modelos financieros construidos para emprendimientos del fondo emprender con códigos 5860667 - Aprisco El Muflón S.A.S. y 560679 - Aprisco Poponte se proyecta el trabajo de 1 operario permanente y 220 jornales en el año para explotaciones de 9 y 14 ha respectivamente. Las anteriores relaciones establecen (312+220=532 Jornales) que en 9 ha significarían 59,1 jornales año/ha y 0,161 jornales día/ha mientras que en 14 ha significa 38 jornales año/ha y 0,104 jornales día/ha. Se decide usar el requerimiento de 0,161 personas por hectárea.

La información anterior se pasó a la escala de km^2 con lo que se estimó que la producción de caprinos demanda 16,1 personas/km^2. Este punto de corte es el que define los municipios con aptitud alta (A1) sobre los cuales se espera las mejores condiciones de oferta de mano de obra rural. Para la estimación de los rangos con aptitud media (A2) y baja (A3) se utilizó la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indican la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clúster y maximizar la distancia inter-clúster, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes media (A2) y baja (A3) y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

- Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
- De manera inicial, el total de datos disponibles se divide en dos grupos, seguidamente se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que es la base para la construcción de la

variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.

- Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este, con los centroides de los clúster inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
- Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.

- Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a cluster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de cluster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporten información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable Densidad de la población rural en edad de trabajar el resultado fueron tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): municipios con más de 16,2 habitantes rurales en edad de trabajar/km^2 Aptitud media (A2): municipios entre 8,4 y 16,2 habitantes rurales en edad de trabajar/km^2
Aptitud baja (A3): municipios con menos de 8,4 habitantes rurales en edad de trabajar/km^2.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3), después de establecer un nivel considerado como optimo en la disponibilidad de trabajadores/km^2 y después de aplicar la metodología de

agrupamientos de variables socioeconómicas por el método de K-medias, para los datos que no cumplieron con dicha condición.

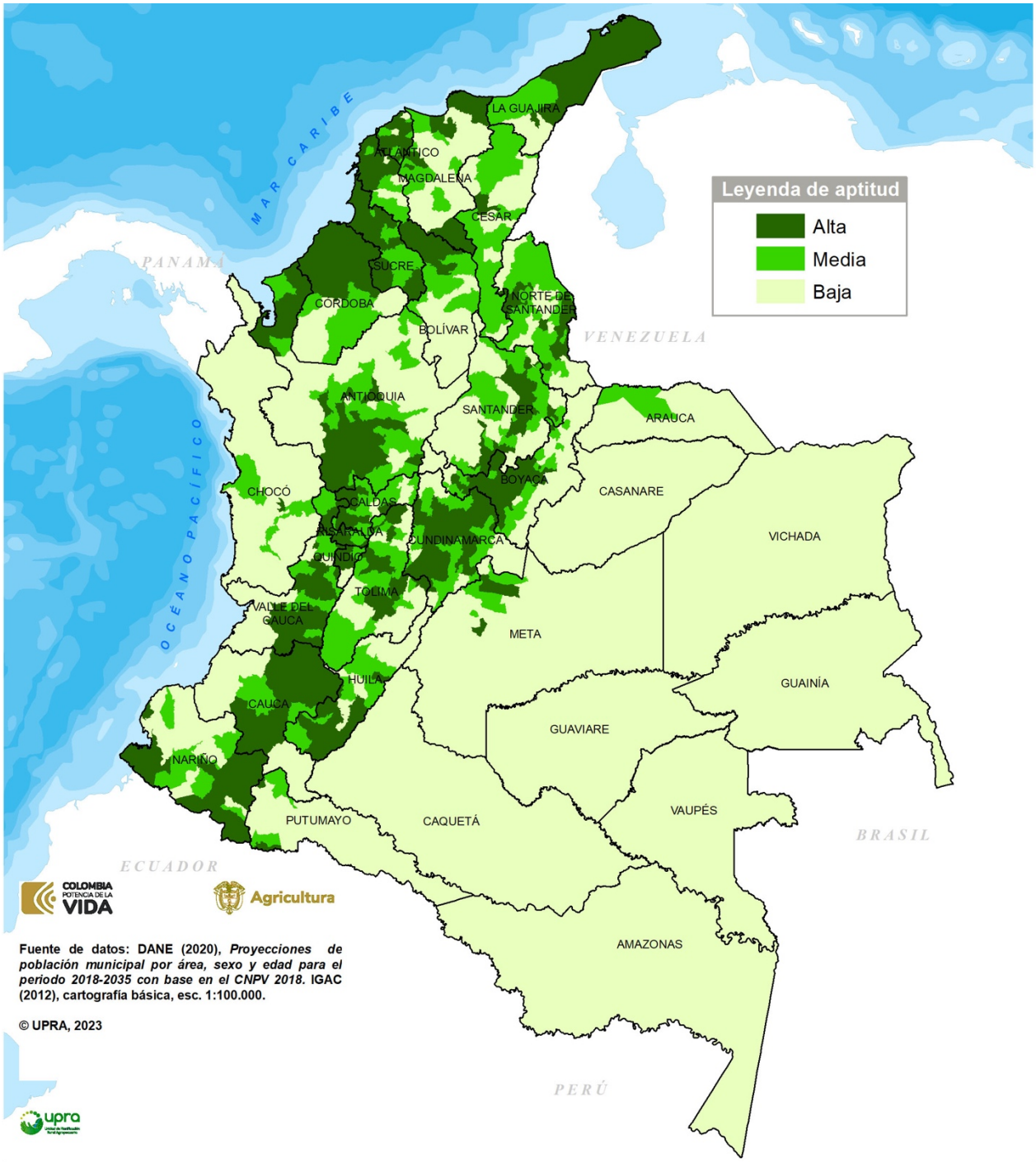
Los resultados de dichos agrupamientos fueron los siguientes:

Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2	Aptitud
> 16,2	Alta (A1)
8,4 - 16,2	Media (A2)
< 8,4	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Número de habitantes rurales en edad de trabajar

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA
Variable densidad poblacional rural en edad de trabajar

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020). Proyecciones de población municipal por Área, Sexo y Edad con base en el «Censo Nacional de población y vivienda 2018».
- DNP. (2020). *Portal Territata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC

3.3.2. Variable oferta educativa técnica y tecnológica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA		
VARIABLE: oferta educativa técnica y tecnológica	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel técnico y/o tecnológico oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria, que facilitan la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite a la población acceder a programas de formación técnica y tecnológica para elevar sus competencias y productividad laboral. El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la capacitación y la formación para el trabajo a nivel técnico y tecnológico, como una de sus expresiones, brinda la posibilidad de actualizar competencias en el manejo de la información y en los procesos de innovación propios de las labores pecuarias.

Esta dimensión tiene especial importancia en la zonificación de aptitud, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversionistas de disponer de talento humano, con destrezas y/o conocimientos técnicos y tecnológicos que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción caprina.

Para el caso de la variable de oferta educativa técnica y tecnológica, se tuvo en cuenta los distintos tipos de cobertura de los programas reportados en el SNIES, de esta forma no solo se considera la sede principal donde se oferta el programa, sino que también se tiene en cuenta otros tipos de cobertura tales como centros de tutoría, Centros Regionales de Educación Superior

(CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión, los cuales amplían los registros de la oferta educativa especialmente en las zonas rurales.

Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel técnico y tecnológico en áreas relacionadas a la actividad pecuaria en general y con la actividad caprina en particular. Los territorios donde existe mayor posibilidad de acceder presencialmente a programas de formación académica son más aptos por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra en temas afines a la producción pecuaria, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad municipal.

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El área de influencia de los programas académicos presenciales ofertados depende de la distancia y tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, su tamaño, capacidad de atención de estudiantes, y por sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos a sus estudiantes.

Lo anterior hace que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que responden a otras lógicas e intereses. Estas últimas dimensiones no están siendo medidas con esta variable dada la disponibilidad de información actual.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

SNIES. 2021. Lugar de oferta de programas técnicos y tecnológicos pecuarios activos y coberturas por Centros de tutoría, Centros Regionales de Educación Superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la producción pecuaria por municipio, reportados en el SNIES del Mineducación. Se tiene en cuenta la totalidad de programas relacionados a las áreas pecuarias con formación técnica, y tecnológica, filtrando los programas activos para el año 2020. Los programas identificados fueron los siguientes:

- Técnica profesional agropecuario
- Técnica profesional en producción agropecuaria
- Técnica profesional en producción ganadera de carne y leche
- Técnico profesional en formulación e implementación de proyectos agropecuarios
- Técnico profesional en producción agropecuaria
- Tecnología agropecuaria
- Tecnología de transformación de productos agropecuarios
- Tecnología en administración agropecuaria
- Tecnología en administración y mercadeo agropecuario
- Tecnología en agropecuaria ambiental
- Tecnología en gestión agropecuaria
- Tecnología en gestión de empresas agropecuarias
- Tecnología en gestión de insumos agropecuarios
- Tecnología en producción agropecuaria
- Tecnología en producción agropecuaria ecológica
- Tecnología en producción y gestión agropecuaria

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos existe un programa activo; o cualquiera de las otras formas de cobertura, partiendo de su casco urbano se estimaron isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de estas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables. La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas.
Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitables todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos con registro formal de formación técnica o tecnológica vinculados a la actividad productiva pecuaria, sobre los que se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los centros educativos, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder con regularidad a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos formales. Los rangos de aptitud definidos son los siguientes: aptitud alta (A1): a menos de 1 hora; aptitud media (A2): entre 1 hora y 2 horas, y aptitud baja (A3): más de 2 horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

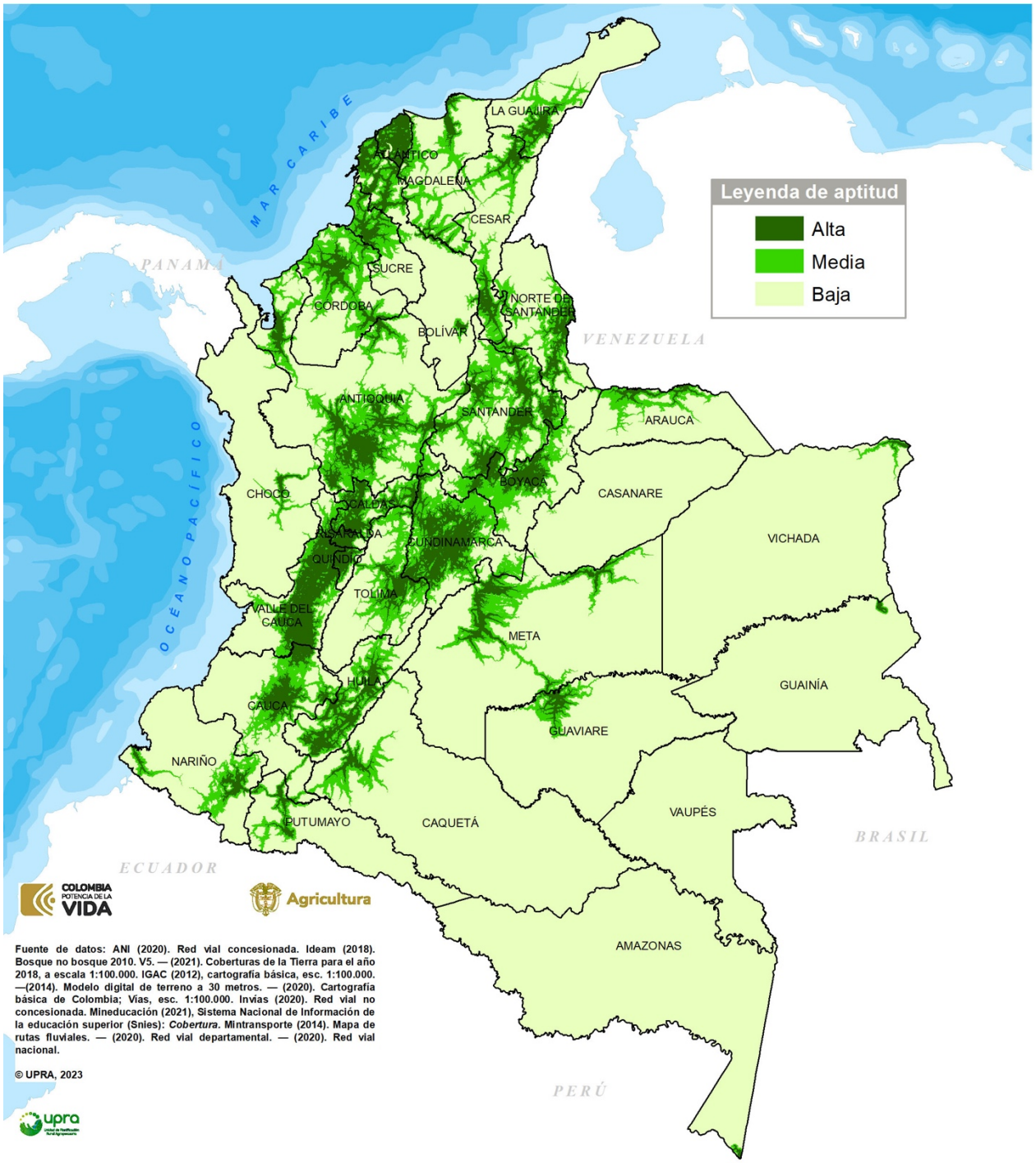
Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA
Variable oferta educativa técnica y tecnológica

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI (2020). Red vial concesionaria
- DANE. (2020). (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- DNP. (2020). Portal Territata. Sistema de Estadísticas Territoriales. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mineducación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) abril de 2021.
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). Red vial departamental y nacional

3.3.3. Variable oferta educativa universitaria

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: disponibilidad de mano de obra		
VARIABLE: oferta educativa universitaria	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento (hora)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel universitario oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria (Medicina Veterinaria, Zootecnia y Medicina Veterinaria y Zootecnia) que facilitan la formación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite a la población acceder a programas de formación universitaria para elevar sus competencias y la productividad del sector. El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la formación a nivel universitario, como una de sus expresiones, se enfoca no solo en la construcción de procesos sino en la sistematización de las experiencias, indagando y conceptualizando, haciendo énfasis en aspectos teóricos y de investigación.

Esta dimensión representa especial importancia en la zonificación de aptitud, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversionistas de disponer del talento humano, con destrezas y/o conocimientos para la dirección de equipos de trabajo y resolución de problemas que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción caprina.

Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel universitario de medicina veterinaria y zootecnia. Los territorios donde existe mayor posibilidad de acceder presencialmente a estos programas de formación académica son más aptos por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra a nivel

de dirección y planificación estratégica, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad territorial.

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El área de influencia de los programas académicos presenciales ofertados depende de la distancia y tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, su tamaño, capacidad de atención de estudiantes y por sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos a sus estudiantes.

Lo anterior hace que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que responden a otras lógicas e intereses. Estas últimas dimensiones no están siendo medidas con esta variable dada la disponibilidad de información actual.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

SNIES. 2021. Lugar de oferta de programas universitarios pecuarios activos y coberturas por Centros de tutoría, Centros Regionales de Educación Superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados a nivel universitario y relacionados con la producción pecuaria por municipio, reportados en el SNIES del Mineducación. Se tiene en cuenta los programas universitarios de zootecnia, medicina veterinaria y medicina veterinaria y zootecnia, filtrando los programas activos para el año 2020.

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos existe un programa activo; o cualquiera de las otras formas de cobertura, partiendo de su casco urbano se estimaron isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de estas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables. La metodología de isócronas empleadas por la UPRA es una herramienta técnica, a través de la cual

se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales (vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos), la pendiente de las mismas, medidas por el método de elevación digital de 30 m, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitables todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos de zootecnia, medicina veterinaria y medicina veterinaria y zootecnia, sobre los que se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los centros educativos, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder con regularidad a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos formales. Los rangos de aptitud definidos son los siguientes: aptitud alta (A1): menos de una hora; aptitud media (A2): entre una y dos horas; aptitud baja (A3): más de dos horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

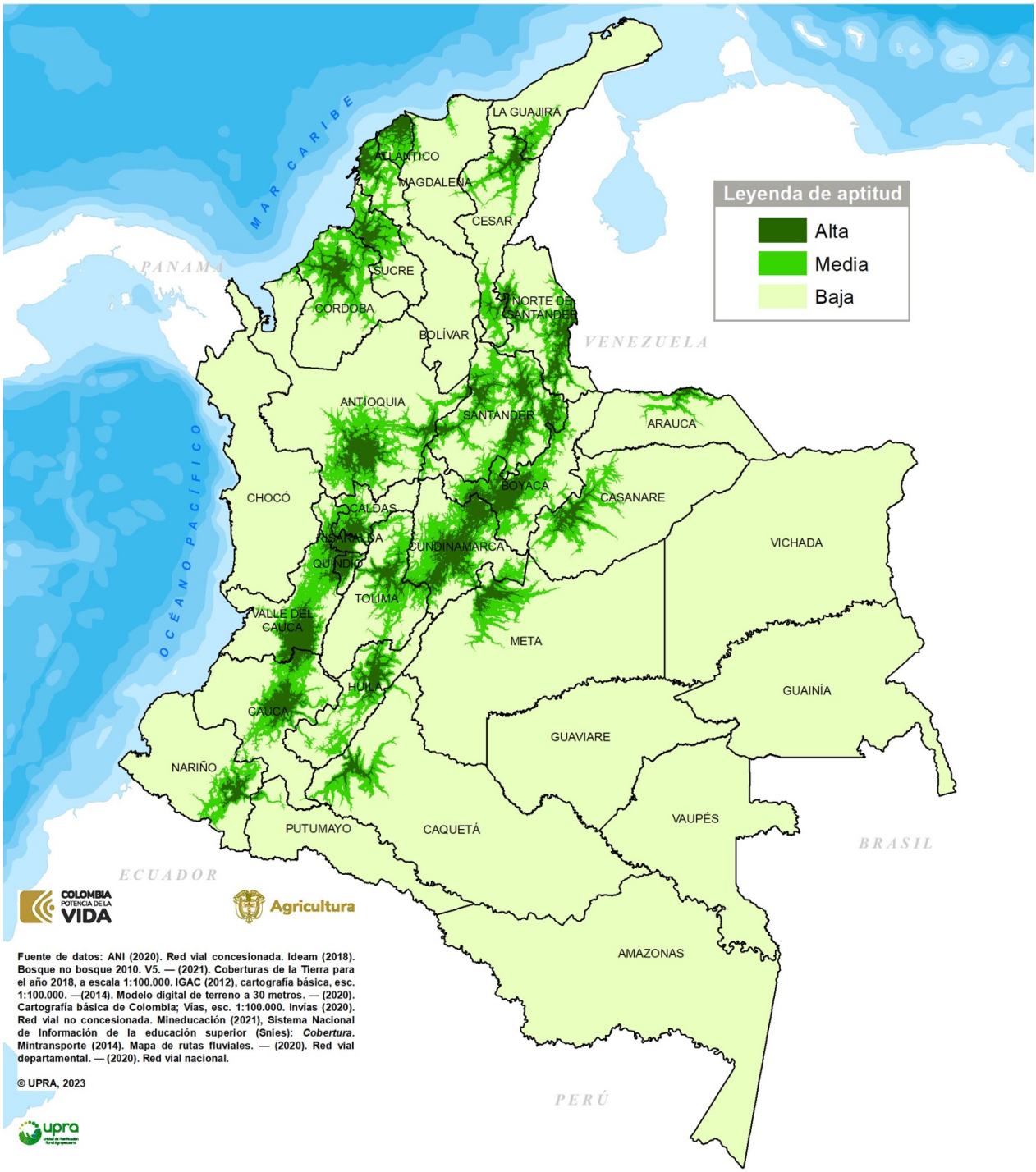
Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento (hora)	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (hora)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA
Variable oferta educativa universitaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI (2020). Red vial concesionaria
- DANE. (2020). (2020) Marco geoestadístico nacional; Centros poblados
- DNP. (2020). Portal Territata. Sistema de Estadísticas Territoriales. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP
- Ideam. (2018). Bosque no bosque 2010 V5. Bogotá: Ideam.
- _. (2021). Cobertura de la tierra para el 2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Método digital de elevación a 30 m.
- _. (2020). Cartografía básica; vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). Red vial no concesionada
- Mineducación - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) abril de 2021.
- Mintransporte (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte
- _. (2020). Red vial departamental y nacional

3.4 Criterio dinámica del mercado de tierras

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** económico	
CRITERIO ASOCIADO: dinámica del mercado de tierras		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Tamaño predial rural, expresado en predios. • Avalúo catastral rural, expresado en pesos/ha. • Arriendo rural, expresado en pesos/ha. • Tendencia a la formalidad, expresada en predios.		

DEFINICIÓN

El mercado de tierras rurales se entiende cómo «el conjunto de transacciones o acuerdos libres de coerción, mediante las cuales se realiza el intercambio parcial o total sobre alguno o algunos de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios que no han sido objeto de exclusiones legales» (Art. 5, Resolución 128 de 2017 Minagricultura).

El criterio expone la situación y comportamiento de los municipios en torno a la dinámica de la tierra, esto desde cuatro variables que permiten comprender la capacidad y limitantes de la tierra para la producción pecuaria enfocada para el desarrollo de la actividad caprina, al mostrar el impacto del tamaño, la formalidad, el arriendo y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un proxi de la tendencia del mismo, con el fin de focalizar las posibles inversiones en acceso a tierra para la producción caprina.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite orientar al productor o inversionista sobre las posibilidades de acceso a la tierra -a través de compra o arriendo- para el desarrollo rentable de la actividad productiva, además de entregar una presunción de predios que puedan brindar seguridad al acceso de derechos de propiedad, orientando a un nuevo actor, de sus posibilidades de acceso a tierra o a los ya propietarios, para que puedan ampliar sus áreas productivas y ser más competitivos.

Un productor busca predios económicos, de un tamaño óptimo para la actividad, con formalidad jurídica y que no tenga la presión del cambio de uso a usos urbanos, disminuyendo la posibilidad de incurrir en mayores costos de acceso a la tierra para desarrollar su actividad.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En el país no se dispone de información sobre precios comerciales del suelo, por lo que se debe acudir al avalúo catastral como un *proxi* que, a pesar de haber sido indexado para todos los municipios a 2019, parte de información desactualizada en la mayoría de los mismos.

Asimismo, la desactualización de la información catastral limita los análisis realizados de formalidad, ya que una de las fuentes de información son los registros 1 y 2 de los catastros nacionales, que deben ser interrelacionados con la información de la superintendencia de notariado y registro, la agencia nacional de tierras y la unidad administrativa especial de gestión de restitución de tierras despojadas.

También se limita por la existencia de zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por consiguiente, no hay información física, económica, ni jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos.

Actualmente, tampoco se cuenta con suficiente información de arriendos compilada, organizada y georreferenciada a nivel nacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	**Variables**	Tamaño predial rural	Avalúo catastral rural	Arriendo rural	Tendencia a la formalidad
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial	**1**			
	Avalúo catastral rural	**1**	**1**		
	Arriendo rural	**1/5**	**1/3**	**1**	
	Tendencia a la formalidad	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual en importancia	Más importante			

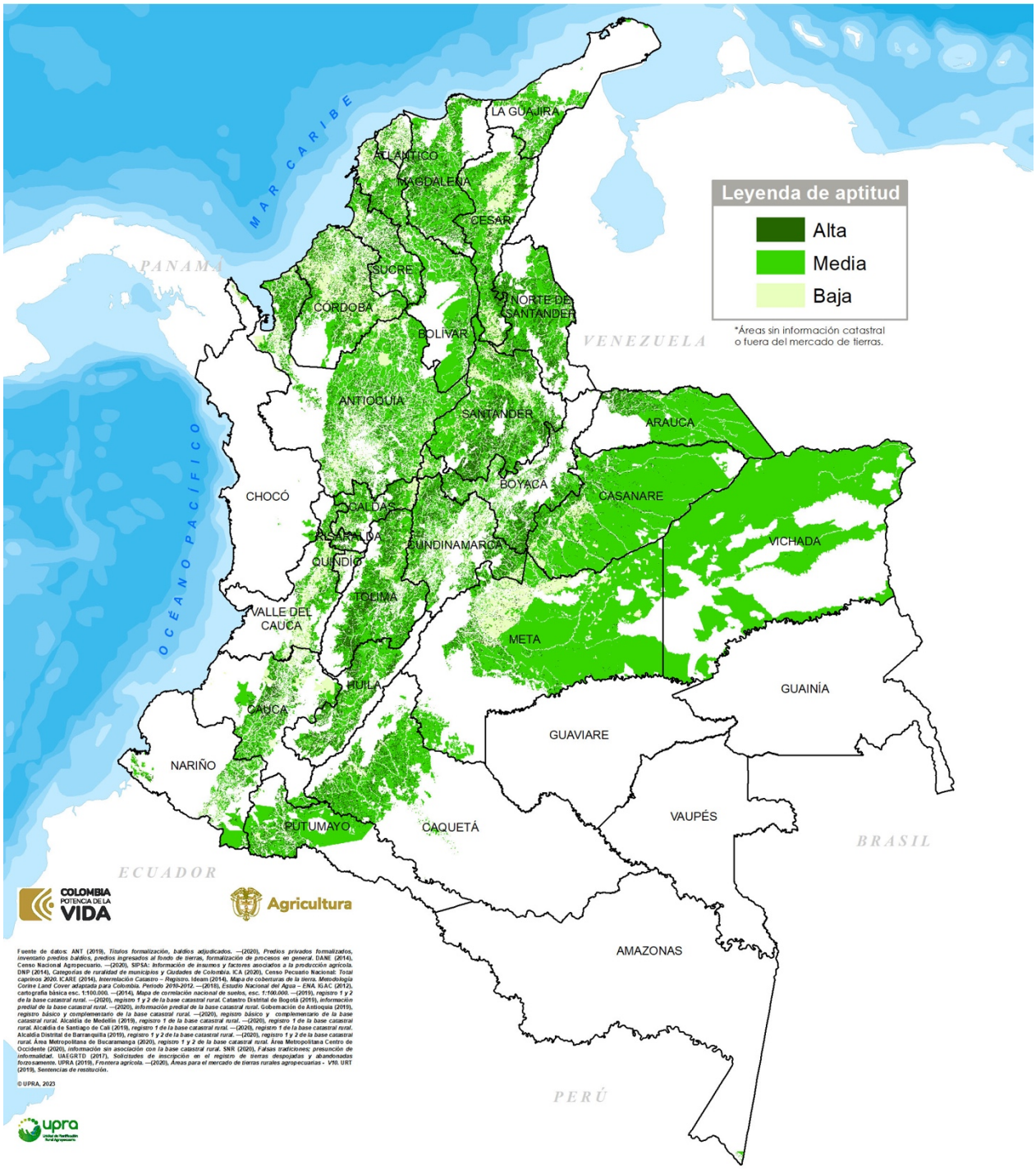
Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial rural	45,2
	Avalúo catastral rural	36,6
	Arriendo rural	12,4
	Tendencia a la formalidad	5,8
Total, ponderación		100,0

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Tamaño predial rural	Predios	> 20 ha y < 50 ha	1 ha - 20 ha	< 1 ha y > 50 ha
Avalúo catastral rural	Pesos/ha	< 5 millones	5 - 15 millones	> 15 millones y predios en propiedad horizontal (pH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos.
Arriendo rural	Pesos/ha	< $ 300.000	$ 300.000 - $ 1 millón	> $ 1 millón
Tendencia a la formalidad	Predios	Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin interrelación catastro- registro; predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición; predios con mejoras y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural*.
- ANT. (2019), *Títulos formalización, baldíos adjudicados*, Bogotá: ANT.
- _. (2020), *predios privados formalizados, inventario predios baldíos, predios ingresados al fondo de tierras, formalización de procesos en general*.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- DANE. (2020). SIPSA. *Sistema de información de precios. Datos de arriendo para actividades pecuarias*. Bogotá: DANE.
- DNP (2014), *Categorías de ruralidad de municipios y ciudades de Colombia*.
- Gobernación de Antioquia. (2019). *Predial Rural Antioquía*.
- ICA (2020), Censo pecuario nacional: Municipios con inventario caprino.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2019). *Base catastral, Registros 1 y 2*.
- _. (2014). ICARE, *Interrelación catastro registro*.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2017). *Resolución 128 de 2017*. «*Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria*». Artículo 5. numeral 6. Recuperado de: < https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/POL%C3%8DTICA+DE+ORDENAMIENTO+PRODUCTIVO+Y+SOCIAL+DE+LA+PROPIEDAD+RURAL+%28RESOLUCI%C3%93N+128+DE+2017+DEL+MADR%29/af61b286-7e3e-447e-aebd-5c892b5bb407>
- SNR. (2020), *Falsas tradiciones, presunción de informalidad*. Bogotá: SNR
- UAEGRTD. (2017). *Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente*.
- UPRA. (2015). Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional. Bogotá: UPRA.
- _. (2020). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias -V10*. Bogotá: UPRA.
- _. (2021). *Mapa de apropiación de agua para la producción caprina*.

3.4.1 Variable tamaño predial rural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: tamaño predial rural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: predios</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento medio de la producción actual y a la aproximación de las dimensiones consideradas óptimas para la productividad de la actividad.

Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predial rural.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La variable es importante porque permite que un nuevo actor o uno que tiene tierra insuficiente, pueda evidenciar en donde los tamaños prediales podrían ser apropiados para el desarrollo de la actividad productiva y en donde se dificultaría, o tendría que buscar otras formas para acceder al tamaño predial requerido.

Esta actividad requiere de extensiones prediales medias dada su preponderancia de desarrollo extensivo, por lo que los actores productivos no deberían tener mucha dificultad en cuanto a la oferta de predios, sin embargo, los altos costos de la tierra para una actividad que se desarrolla especialmente a pequeña escala, podrían llegar a generar algunas barreras en el acceso a la misma.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC y de catastros descentralizados, que en muchos municipios del país están desactualizadas y en 80 de ellos no se cuenta con información catastral.

Las áreas registradas en el catastro en la mayoría de casos corresponden a las indicadas en los títulos de dominio, bajo la figura de cuerpo cierto y no a la superficie real sobre la cual se ejerce dominio o posesión.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.
Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.
Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.
IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2020). Base catastral, registros 1 y 2.

2. Precisión de la información.

Para la definición del tamaño tipo de los predios rurales a nivel municipal, se tuvieron en cuenta únicamente los predios con destino económico agropecuario, sin ningún condicionante legal que impida su explotación económica y de propiedad privada.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta el cálculo de las áreas mínimas requeridas para que esta explotación pecuaria sea productiva y representativa de la actividad actual existente en el país; para ello se contó con el concepto de profesionales del área y de productores, que permitió determinar de manera aproximada un área mínima necesaria para producir dos SMMLV únicamente generados por la actividad caprina. También se analizaron las bases prediales de donde se reportan inventarios caprinos, para evidenciar la

representatividad de los tamaños calculados y finalmente se realizó la propuesta de las tres categorías de aptitud a partir de integración de toda la información consultada.

Adicionalmente, y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado – restringido o prohibido efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes, definiendo las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o pecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter inalienable. Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas declarados
Tierras de comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
• *Parques Nacionales Naturales*
• *Área única natural*
• *Santuario de Flora*
• *Santuario de Flora y Fauna*
• *Vía Parque*
• *Reserva Natural*
Parque Natural Regional
Áreas Arqueológicas
Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta -AMEM
Reservas Forestales de la Ley 2. ª Categoría A
Páramos
Bienes uso publico
Restricciones locales
Reservas Forestales Protectoras

4. Clasificación por aptitud.

El tamaño de los predios rurales se definió de acuerdo con los siguientes rangos de aptitud: aptitud alta (A1): > 20 ha y < 50 ha; aptitud media (A2): 1 ha - 20 ha y aptitud baja (A3): < 1 ha y > 50 ha.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

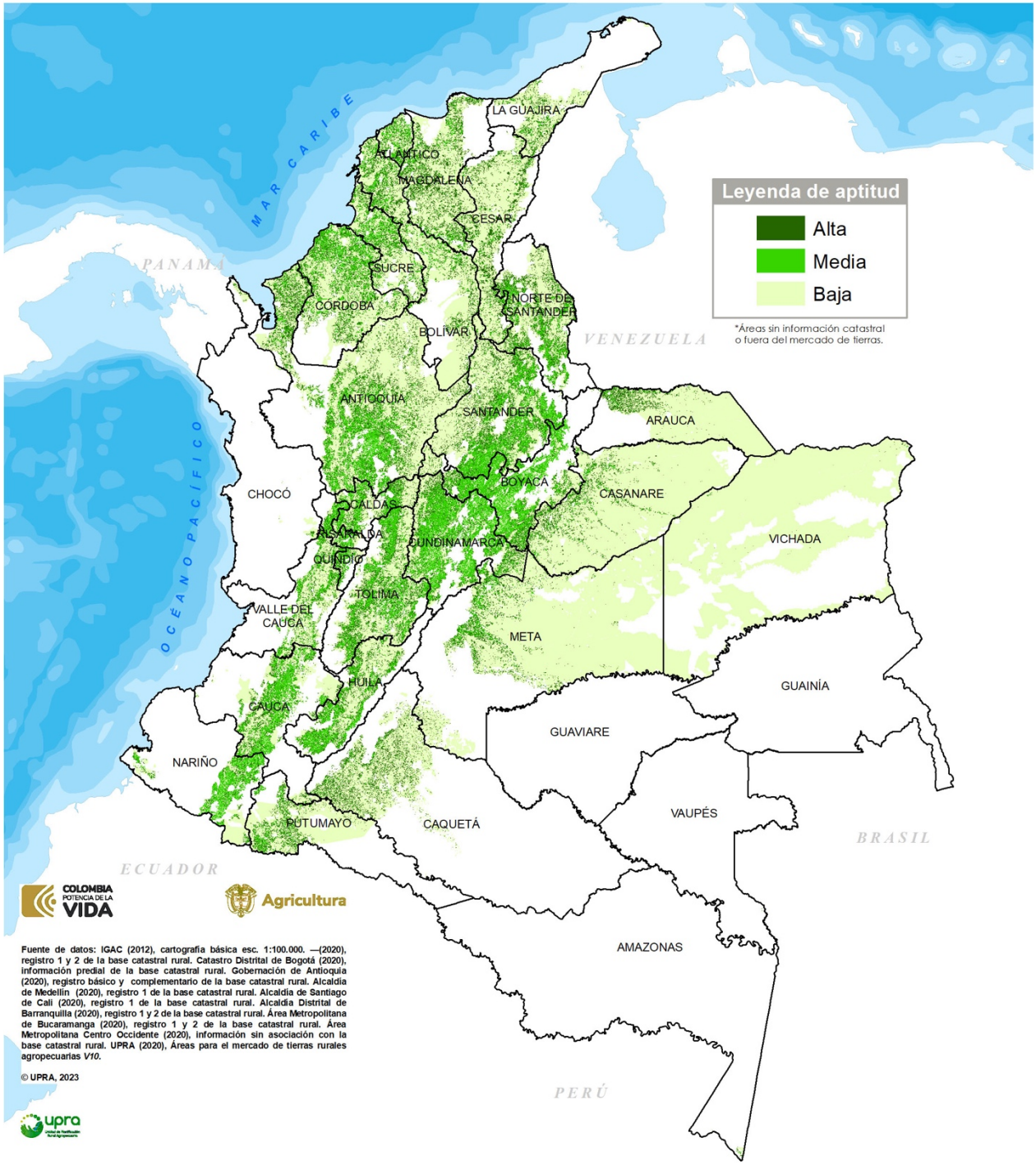
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Predios	Aptitud
> 20 ha y < 50 ha	Alta (A1)
1 ha - 20 ha	Media (A2)
< 1 ha y > 50 ha	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Predio

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable tamaño predial rural

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), Registro 1 de la base catastral rural.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
- Gobernación de Antioquia. (2020). Información Predial Rural Antioquía.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2020). Base Catastral, Registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.
- UPRA. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10. Bogotá: UPRA.

3.4.2. Variable avalúo catastral rural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO	**SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO**	
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS		
VARIABLE: avalúo catastral rural	**UNIDAD DE MEDIDA:** peso/ha	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2011).

Esta variable se utiliza como un *proxi* del precio comercial posible de intercambio de las tierras rurales por hectárea, en ausencia de información de precios comerciales a nivel nacional actualizados, recientes o tomados de fuente directa.

El intercambio se entiende como «*El conjunto de transacciones o acuerdos, libres de coerción, mediante el cual se realiza el intercambio parcial o total de alguno(s) de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios rurales que no han sido objeto de exclusiones legales*» (Minagricultura, 2017).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la manera de acceder a la tierra, dado que a menores precios (representados por el avalúo catastral) se pueden disminuir los costos de producción (pago por rentas del suelo), lo que por ende permitirá a un productor ampliar su margen de competitividad.

Por el contrario, los altos precios de la tierra originan barreras a la actividad productiva por ser más exigente la inversión inicial, generando mayores costos de transacción y de oportunidad, así como mayores pagos por impuesto.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

A la fecha, el país no cuenta con información compilada de precios comerciales del suelo a nivel nacional, por lo que se deben utilizar como un *proxi* de esta, los avalúos catastrales, que si bien es cierto no pueden dar una información directa de precios, sí muestran una tendencia de estos. La UPRA, a 2021 cuenta con precios comerciales de referencia escala 1:100.000 para suelos rurales agropecuarios en 445 municipios del país, que cubren aproximadamente 12 millones de hectáreas; sin embargo, la variable requiere cobertura nacional con la que aún no se cuenta.

La relación monetaria entre el valor catastral y el precio comercial es difícil de determinar ya que no hay información precisa del porcentaje de adopción entre el uno y el otro en los municipios del país. Adicionalmente, los avalúos catastrales rurales en su mayoría están muy desactualizados, lo que genera mayores brechas entre estos dos datos. Sin embargo, el valor catastral sí indica una tendencia del precio comercial, es decir muestra donde puede ser más costoso y donde puede ser más bajo el precio de la tierra.

En cuanto a la información catastral utilizada, está desactualizada en la mayoría de los municipios y existen zonas del país donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral. Por consiguiente, no se cuenta con información económica, física y jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, como lo reporta el IGAC en su estado de gestión catastral rural.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. **Información:**

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.
Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2
Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.
IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2020). Base catastral, registros 1 y 2.

2. Precisión de la información.

La determinación del valor catastral por hectárea se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno, ya que la información discriminada no fue entregada, obviando los valores de construcción, partiendo del supuesto que para los predios rurales agropecuarios tiene un peso muy bajo debido a la relación de área entre terreno y construcción.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Teniendo en cuenta que cada uno de los municipios del país tiene una vigencia de actualización catastral diferente, se indexaron todos los avalúos catastrales a 2020, a través de un indicie departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias.

Con el fin de identificar el precio más favorable y el máximo, que un productor caprino está en condición de pagar por tierra a través de la compra, se procedió a agrupar la información de avalúos catastrales por hectárea y predios con reporte de inventario de caprino del censo nacional agropecuario, en los rangos establecidos para el mapa nacional de avalúos catastrales (realizado por la UPRA),lo que permitió identificar la mayor representación en cada uno de ellos, definiendo así unos cortes preliminares para esta variable.

Dichos cortes se validaron con el experto de la zonificación. Adicionalmente se consultó a expertos inmobiliarios y se realizaron pequeños sondeos del mercado actual. Ya que esta información fue expresada en precios comerciales, se asume un porcentaje de correspondencia nacional entre los mismos del 60 %, para proceder a comparar, con apoyo en lo indicado en el decreto 148 de febrero de 2020, articulo 2 numeral 22211.

Rangos de avalúos del mapa nacional.

	Menor a 0.5
	Entre 0.5 hasta 1
	Entre 1 hasta 5
	Entre 5 hasta 10
	Entre 10 hasta 15
	Entre 15 hasta 20
	Entre 20 hasta 25
	Entre 25 hasta 30
	Entre 30 hasta 35
	Entre 35 hasta 40
	Entre 40 hasta 50
	Entre 50 hasta 60
	Entre 60 hasta 70
	Entre 70 hasta 80
	Entre 80 hasta 90
	Entre 90 hasta 100
	Mayor que 100

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Basados en los análisis de la información anterior se establecen los rangos propuestos de aptitud, adicionando a la clasificación de aptitud baja (A3) todos aquellos predios que en las bases catastrales tiene los atributos de destino y uso mencionados en la siguiente tabla, con el fin de evidenciar la presión que ejercen en el precio de la tierra los usos distintos a los agropecuarios, así reglamentadas dentro de los planes de ordenamiento territorial de cada municipio.

a. Predios rurales en propiedad horizontal (pH) y condominios.
b. Predios rurales con destino económico industrial, comercial y recreacional.
c. Predios rurales cuyas construcciones tengan uso bodegas comerciales, hoteles en pH, comercio, hoteles, clubes-casinos, pensiones y residencias, centros comerciales y vivienda recreacional.

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcaron los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10, clasificándolos en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionantes legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado, restringido o prohibido, efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes, definiendo las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o pecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter inalienable. Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas declarados
Tierras comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
• *Parques Nacionales Naturales*
• *Área única Natural*
• *Santuario de Flora*
• *Santuario de Flora y Fauna*
• *Vía Parque*
• *Reserva Natural*
Parque Natural Regional
Áreas Arqueológicas
Áreas de manejo especial de La Macarena, Meta (AMEN)
Reservas Forestales de la Ley 2. ª Categoría A
Páramos
Bienes uso publico
Restricciones locales
Reservas Forestales Protectoras

Es importante recalcar que los valores catastrales por hectárea de los predios rurales del país, no corresponden al precio comercial y generalmente están distantes, por ello a la información consultada con el experto e inmobiliarios, se le aplica un índice de adopción del 60 %, para poder analizarla con relación a la información de avalúos catastrales trabajada para esta variable.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

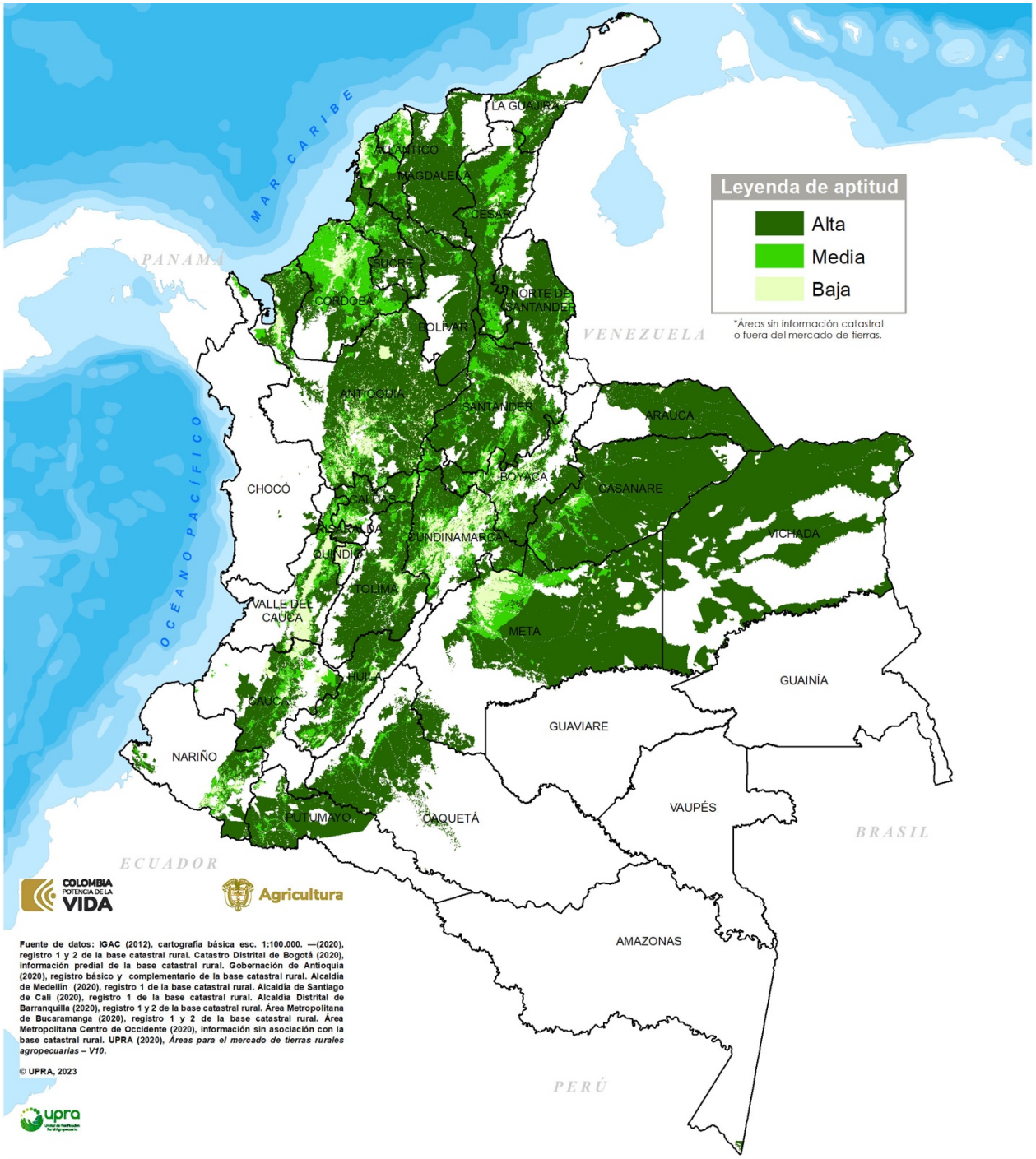
Los rangos para la especialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Pesos/ha	Aptitud
< 5 millones	Alta (A1)
5 - 15 millones	Media (A2)
> 15 millones y predios en propiedad horizontal (pH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos.	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Pesos/ha

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable avalúo catastral rural

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín (2020), *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Catastro Distrital Bogotá (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia (2020). *Información Predial Rural Antioquía*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2020). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2017). *Resolución 128 de 2017*. «Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria». Artículo 5, numeral 6. Bogotá: Minagricultura.
- UPRA. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10. Bogotá: UPRA.

3.4.3 Variable arriendo rural

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: arriendo rural</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: pesos/ha</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

"El arrendamiento es un contrato en que las dos partes se obligan recíprocamente, la una a conceder el goce de una cosa, o a ejecutar una obra o prestar un servicio, y la otra a pagar por este goce, obra o servicio un precio determinado. El precio puede consistir ya en dinero; ya en frutos naturales de la cosa arrendada; y en este segundo caso puede fijarse una cantidad determinada o una cuota de los frutos de cada cosecha, llamado renta cuando se paga periódicamente." Art.1973 y 1975 Código Civil Colombiano.

El canon de arrendamiento por hectárea se entiende como el pago en dinero, establecido de manera conjunta, por el propietario quien concede el goce de un predio por un tiempo determinado y el arrendatario quien paga por este goce un precio definido.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite estimar el valor del uso del suelo, como factor de costos para el desarrollo de la actividad caprina. El arriendo tiene gran importancia como uno de los aspectos más relevantes dentro del desarrollo de la actividad productiva ya que facilita el acceso a la tierra evitando realizar grandes inversiones en compra de predios, permitiendo utilizar suelos descansados, libres de enfermedades y con buenas condiciones físicas de acuerdo con sus necesidades.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la actualidad el país no cuenta con información organizada, georreferenciada y publica de cobertura nacional, contando únicamente con la información de referencia de arriendos recogida por el DANE, a través del SIPSA. Dentro de la información de factores de producción, cuenta con 5599 datos, ubicados en 280 municipios que corresponden a 24 departamentos, levantados en el periodo 2013-2020, siendo esta cobertura una de las mayores limitantes de la variable, en ausencia de más información relacionada con el tema.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

N.°	Rangos de valor de arriendo anual en pesos/ha	
1.1.1	Hasta $200.000	
1.1.2	Mayor que $ 200.000	Hasta $300.000
1.2.1	Mayor que $300.000	Hasta $400.000
1.2.2	Mayor que $400.000	Hasta $500.000
2.1.1	Mayor que $500.000	Hasta $600.000
2.1.2	Mayor que $600.000	Hasta $700.000
2.1.3	Mayor que $ 700.000	Hasta $ 800.000
2.1.4	Mayor que $800.000	Hasta $900.000
2.1.5	Mayor que $900.000	Hasta $1.000.000
2.2.1	Mayor que $1.000.000	Hasta $1.200.000
2.2.2	Mayor que $1.200.000	Hasta $1.500.000
3.1.1	Mayor que $1.500.000	Hasta $2.000.000
3.1.2	Mayor que $2.000.000	Hasta $2.500.000
3.2.1	Mayor que $2.500.000	Hasta $3.000.000
3.2.2	Mayor que $3.000.000	Hasta $3.500.000
4.1.1	Mayor que $3.500.000	Hasta $ 4.000.000
4.1.2	Mayor que $4.000.000	Hasta $ 4.500.000
4.1.3	Mayor que $4.500.000	

Para realizar la georreferenciación de los datos y basados en los datos originales se realizaron las siguientes clasificaciones: Para los datos relacionados con la **pendiente**, se llevó a acabó una reclasificación[1] para buscar su equivalencia con las fases de pendiente del mapa correlacionado de suelos del IGAC de la siguiente manera (IGAC, 2014):

[1] La reclasificación de las pendientes de la información original de SIPSA, se realizó con apoyo del experto de suelos del componente físico del grupo de Zonificación de la UPRA.

Dato SIPSA	Clasificación final
Plano	Pendiente del (0-7) fases (a-b)
Plano inclinado	Pendiente del (7-12) fase (c)
Inclinado ondulado	Pendiente del (12-25) fase (d)
Quebrado pendiente	Pendiente mayor del (25) fases (e-f-g)

Para los datos relacionados con el **agua**, se realizó una equivalencia con la clasificación de aptitud del mapa de apropiación de agua para la explotación caprina realizado por el equipo del componente socioecosistémico del grupo de Evaluación de Tierras de la UPRA (UPRA, 2021), de la siguiente manera:

Dato SIPSA	Clasificación
Con agua	A1, A2
Sin agua	A3

Para realizar la proyección de los datos existentes a todos los municipios que actualmente reportan inventario caprino, se realizó el vínculo a través de la información de región, subregión y categoría de ruralidad, del DNP (DNP, 2014). Buscando proyectar el dato económico del municipio conocido a otros de similares características semejantes y comparables con el que tiene la información económica de arriendo.

Regiones	Subregiones	Categorías de ruralidad
Eje cafetero Caribe Bogotá Centro oriente Centro sur Pacífico Llanos orientales	Todas para cada región	Rural Rural disperso Intermedios Ciudades y aglomeraciones

Esta proyección se realizó dentro de la frontera agrícola y únicamente para los predios que no tiene ningún tipo de condicionante legal, esta última información fue tomada del mapa de Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

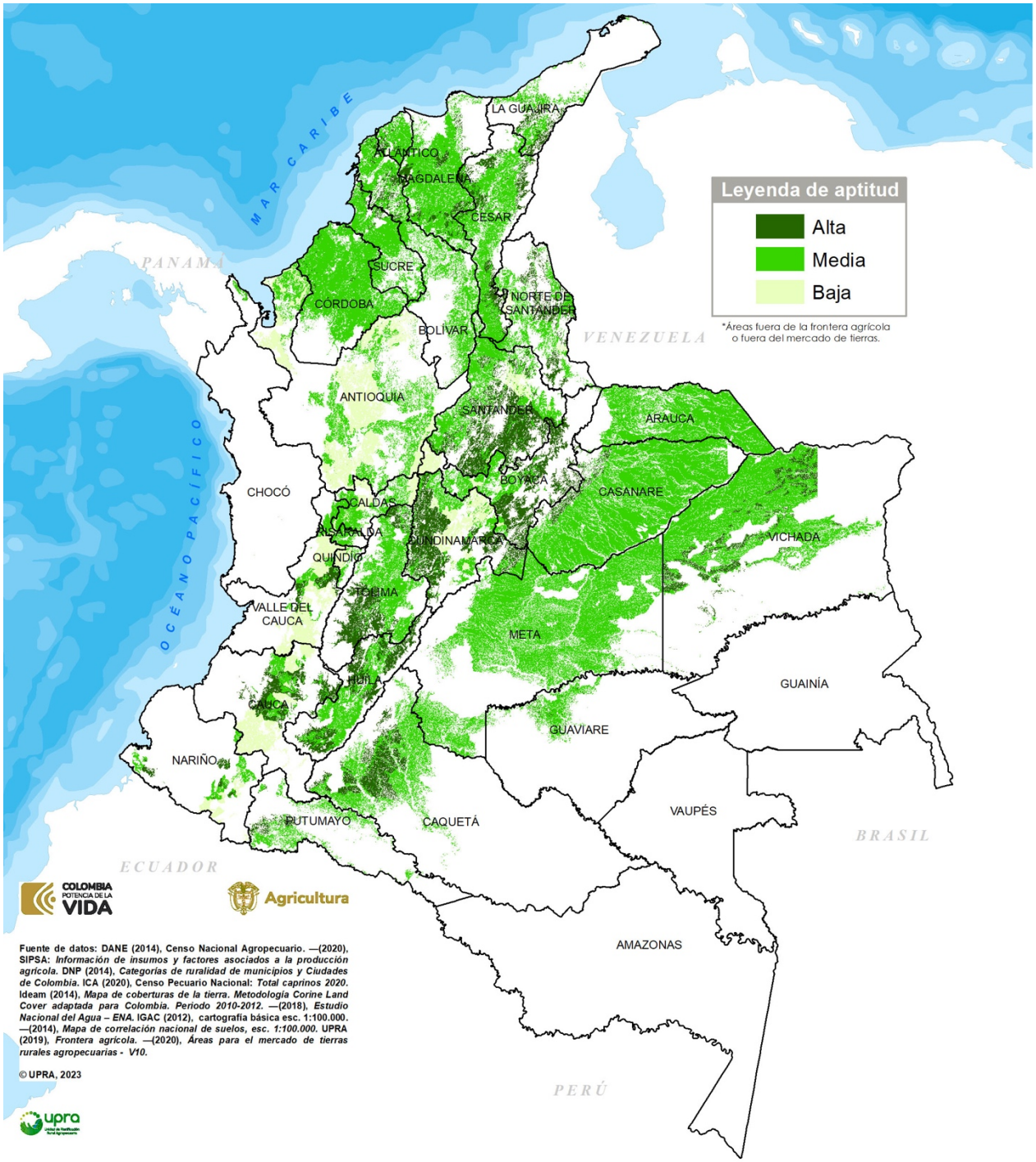
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Arriendo rural (pesos/ha)	Aptitud
< 300.000	Alta (A1)
300.000 – 1.000.000	Media (A3)
> 1.000.000	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Pesos/ha

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable arriendo rural

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Consejo Nacional Legislativo. (1873). Ley 84 de 1873. *Código Civil de la Nación*.
- DANE. (2020). SIPSA, información de insumos y factores asociados a la producción pecuaria. Bogotá: DANE
- DNP. (2014). *El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz. Informe detallado de la Misión para la Transformación del Campo*. Bogotá: DNP
- ICA. (2020). *Censo pecuario de caprinos*.
- IDEAM. (2014). Estudio nacional del agua (ENA).
- _. (2014). Atlas climatológico de Colombia, Capa de zonas de evotranspiración potencial. Esc.1:100.000. Bogotá: IDEAM
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- _. (2014). Mapa de correlación de suelos. Fases por pendiente. Bogotá: IGAC
- UPRA. (2021). Mapa de la variable apropiación de agua anual para caprinos tradicional. Bogotá: UPRA.
- _. (2019). *Frontera agrícola*. Bogotá: UPRA.
- -. (2020). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias¬ -V10*. Bogotá: UPRA.

3.4.4 Variable tendencia a la formalidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS		
VARIABLE: tendencia a la formalidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos como privados, que proporciona seguridad jurídica a la propiedad, acorde al principio constitucional del derecho a la propiedad privada.

Por el contrario, «*la informalidad puede ser legal o ilegal, o estar en una frontera ambigua entre ambas. La inestabilidad e irregularidad de los ingresos en el sector informal de trabajo, activa una lógica particular de los circuitos monetarios y formas de intercambio en los mercados informales, basada precisamente en la confianza*» (UPRA, 2015).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Brinda orientación para la inversión en compra, arriendo u otras formas de acceso a la tierra, pues indica cuales son los predios que podrían garantizar el derecho a la propiedad y cuales pueden presentar algunas o muchas dificultades, al suministrar información sobre la seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad, propiciando el acceso a los incentivos para invertir, al crédito y beneficios agropecuarios.

Los derechos de propiedad incentivan el uso eficiente de la tierra y las inversiones, porque reducen las asimetrías de la información y facilitan las transacciones en los mercados financieros (Cepal, 2003).

«*La seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad sobre la tierra afectan el crecimiento económico de distintas maneras debido principalmente a que: (i) la seguridad aumenta los incentivos para invertir y facilita el acceso al crédito; y (ii) la dificultad en el acceso o inequidad*

en la distribución de la tierra reduce la productividad en agriculturas rudimentarias (Deininger, 2003)» (UPRA, 2015).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Existen zonas del país donde aún no cuentan con procesos de formación catastral y no se cuenta con información, por lo cual los polígonos se representan cartográficamente en blanco. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, reportados en la página del IGAC en el estado de la gestión catastral rural y en el informe de gestión de cierre de 2020.

Municipios reportados en el SIGOT del IGAC como no formados

Departamento	Número de municipios o corregimientos
Amazonas	9 corregimientos
Antioquia	1 municipio
Arauca	1 municipio
Boyacá	2 municipios
Cauca	1 municipio
Chocó	21 municipios
Guainía	9 municipios
Guaviare	4 municipios
Huila	3 municipios
Meta	1 municipio
Nariño	19 municipios
Norte de Santander	2 municipios
Putumayo	2 municipios
Tolima	1 municipio
Vaupés	1 municipio y 3 corregimientos

La desactualización de los catastros, la existencia de un número considerable de títulos sin registrar (muchas veces por el desconocimiento de las personas de formalizar los derechos de propiedad) y la falta de interrelación entre el catastro y registro, dificulta que los predios cuenten con la información jurídica actualizada en las bases de datos para realizar este tipo de ejercicios.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.
Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.
_. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
ANT. 2019. Títulos formalizados, baldíos adjudicados.
_2020. Predios privados formalizados, inventario de predios baldíos, predios ingresados al fondo de tierras, formalización de procesos en general.
Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.
ICARE. 2014. Predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición.
IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2019). Base catastral, registros 1 y 2.
SNR. 2019. Falsas tradiciones.
UAEGRTD. 2017. Puntos de los centroides.
URT. 2019. Sentencias de restitución.

2. Precisiones de la información.

«*La informalidad en el país se presenta en ocupaciones sobre terrenos públicos, en posesiones sobre predios ajenos, títulos no registrados, sucesiones ilíquidas, en falsas tradiciones o en posesiones. Al observar los datos del Programa de formalización de la propiedad rural del Minagricultura, el 48 % de los 3.946.376 predios rurales que están inscritos en el catastro nacional, no tiene títulos formales*» (UPRA, 2015).

Del dato anterior se evidencia un alto porcentaje de predios rurales que no tienen título de propiedad válido registrado.

Las variables para determinar que los predios tienen una presunta formalidad fueron:

1. Predios que en las bases tiene matricula inmobiliaria y que no cumplen ninguna de las demás variables.
2. Predios que en la base catastral no poseen una matrícula inmobiliaria.
3. Predios identificados en la base catastral 2014 que no tienen interrelación catastro registro.
4. Predios identificados con “mejoras en predio ajeno” dentro de la base catastral.
5. Predios identificados en la base 2014_IGAC y en la información entregada por SNR_2020 están en falsa tradición.
6. Predios identificados como presuntos baldíos.

7. Predios con resolución de inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

El argumento considerado para identificar dentro de la base catastral los predios con tendencia a ser informales, es que presentaran alguna de las variables descritas en los numerales del 2 al 7, mientras por exclusión, los primeros serían los que se pueden considerar como presuntos formales.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó la información jurídica reportada en las bases catastrales nacionales predio a predio con el fin de determinar su tendencia a la formalidad.

4. Clasificación por aptitud.

Los cortes para los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta el criterio experto del grupo de formalización de la UPRA, adquirido del manejo de la información catastral dentro de los estudios realizados para la elaboración del mapa del índice municipal de informalidad y el mapa de áreas disponibles para la formalización de propiedad privada.

Los predios contenidos en aptitud alta (A1), evidencian una condición de formalidad registrada en las bases catastrales ya que tienen matricula inmobiliaria y son el resultado de excluir de las bases todas las condiciones que se citan para la siguiente aptitud. La aptitud baja (A3) corresponde a predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente, que evidencian directamente, inconvenientes jurídicos con su titulación y, por ende, se considera que es más probable que tengan problemas en sus condiciones jurídicas y no garantizan seguridad jurídica.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para este proceso se hizo la selección de la base de datos empezando por los predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1(*), ya que tiene un inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para poder volver a la formalidad; luego se seleccionaron los predios sin matricula inmobiliaria y finalmente quedaron los demás predios que se presumen formales.

(*) Estos predios corresponden a aquellos que se encuentran dentro marcados con estado D (definitivos), que hacen referencia a las solicitudes con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

La dinámica del proceso de restitución de tierras consta de varias fases definidas en los siguientes estados: G (georreferenciados), son los polígonos que ya cuentan con trabajo de georreferenciación en campo, realizado con la participación del solicitante o de una persona que conozca el predio y sea autorizada por el solicitante; los polígonos en estado D (definitivos), hacen referencia a las solicitudes con resolución de inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente; y por último los que tienen estado F (final) corresponden a aquellos que se encuentran en etapa judicial y ya cuentan con sentencia.

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10, clasificando estos predios en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado, restringido o prohibido efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes, definiendo las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o pecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter inalienable. Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes mencionados se relacionan a continuación:

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas declarados
Tierras comunidades negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
• *Parques Nacionales Naturales*
• *Área única Natural*
• *Santuario de Flora*
• *Santuario de Flora y Fauna*
• *Vía Parque*
• *Reserva Natural*
Parque Natural Regional

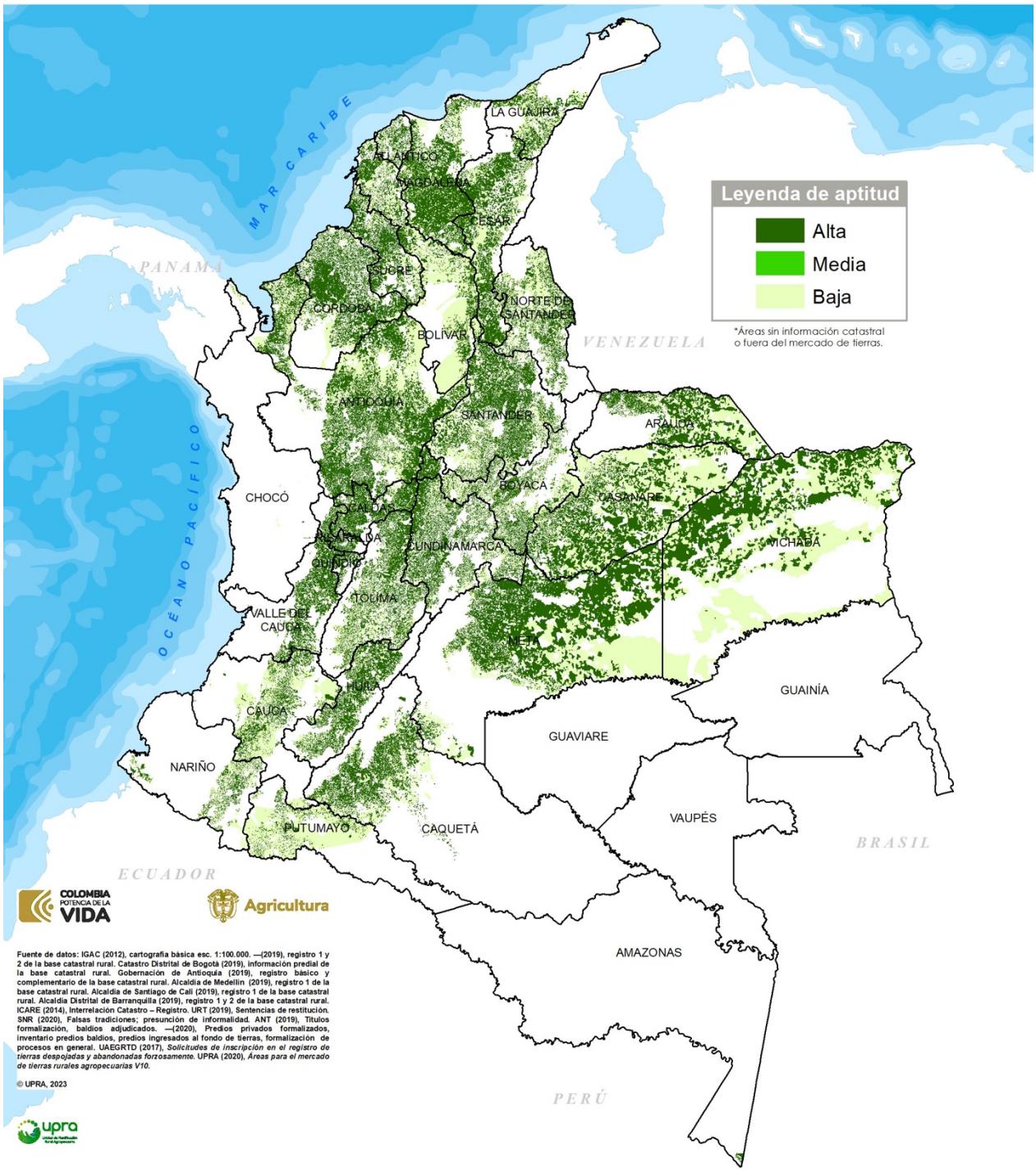
Áreas Arqueológicas
Áreas de manejo especial de La Macarena, Meta (AMEM)
Reservas Forestales de la Ley 2 Categoría A
Páramos
Bienes uso publico
Restricciones locales
Reservas Forestales Protectoras

Información jurídica de los predios	Aptitud
Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	Alta (A1)
Predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Predio

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable tendiencia a la formalidad

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín (2020), *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural*.
- ANT. 2019. Títulos formalizados, baldíos adjudicados- _2020. Predios privados formalizados, inventario de predios baldíos, predios ingresados al fondo de tierras, formalización de procesos en general. Bogotá: ANT.
- Catastro Distrital Bogotá (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia (2020). *Información Predial Rural Antioquía*.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2019). Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición. Bogotá: IGAC.
- Resolución 128 de 2017 y anexos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. SIGOT.
- Superintendencia de Notariado y Registro. 2019. Falsas tradiciones. Bogotá: SNR.
- URT. (2017). Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos).
- _. (2019). Sentencias de restitución.
- UPRA. (2015). Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional. Bogotá: UPRA.
- -. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias¬ -V10. Bogotá: UPRA.

3.5 Criterio indicadores económicos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO: INDICADORES ECONÓMICOS		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Créditos otorgados, expresados en millones de pesos. • Valor agregado pecuario municipal, expresado en miles de millones de pesos. • Desempeño municipal, expresado en indicador MDM. • Zonas ZOMAC, expresadas en municipios		

DEFINICIÓN

Muestra la focalización de incentivos tributarios y crediticios, dados a las zonas más afectadas por el conflicto y a las que cuentan con áreas productivas de caprinos relativizados por importancia del sector pecuario y los resultados de la gestión y el desempeño público municipal.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Indica a los agentes económicos, la relevancia de la actividad productiva pecuaria en los territorios y los beneficios recibidos por parte del Estado, vía exenciones tributarias y de la gestión pública municipal, como por parte del sector financiero vía créditos para la producción de caprinos, lo que condiciona la toma de decisiones de inversión al favorecer la viabilidad financiera de los proyectos productivos su flujo de caja y capacidad de apalancamiento.

Una aptitud alta en este criterio refleja condiciones creadas en el pasado para la actividad productiva tanto por el desempeño de lo público, como en respuesta a estímulos privados, que facilitan la proyección a futuro de la producción caprina en el municipio.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En lo referente a los recursos de apalancamiento financiero del sector, se evidencian que los créditos otorgados son una aproximación a la totalidad de los montos que utiliza el sector; sin embargo, no se incluyen los recursos que destina la banca comercial con recursos propios.

De la misma manera, es posible que muchos de los recursos de financiamiento categorizados en el sector, no se ejecuten en la región donde fueron solicitados y también, que algunos de ellos hayan sido destinados a otras actividades productivas. No se incluyeron la totalidad de los recursos desembolsados a agentes económicos con actividad productiva, sino los explícitamente destinados a caprinos, así la actividad productiva principal del individuo fuese otra.

El nivel de discriminación de la información impide distinguir el aporte de la producción de caprinos dentro del total del valor agregado pecuario, aunque se infiere importante dentro del sector primario de la economía de las zonas productoras; sin embargo, estas no destacan en el contexto nacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	**Variables**	Créditos otorgados	Valor agregado pecuario municipal	Desempeño municipal	Zonas ZOMAC
Indicadores económicos	Créditos otorgados	**1**			
	Valor agregado pecuario municipal	**1/3**	**1**		
	Desempeño municipal	**1/3**	**1/3**	**1**	
	Zonas ZOMAC	**1/5**	**1/5**	**1/3**	**1**

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual en importancia	Más importante			

Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada una se asignó un valor así: aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3).

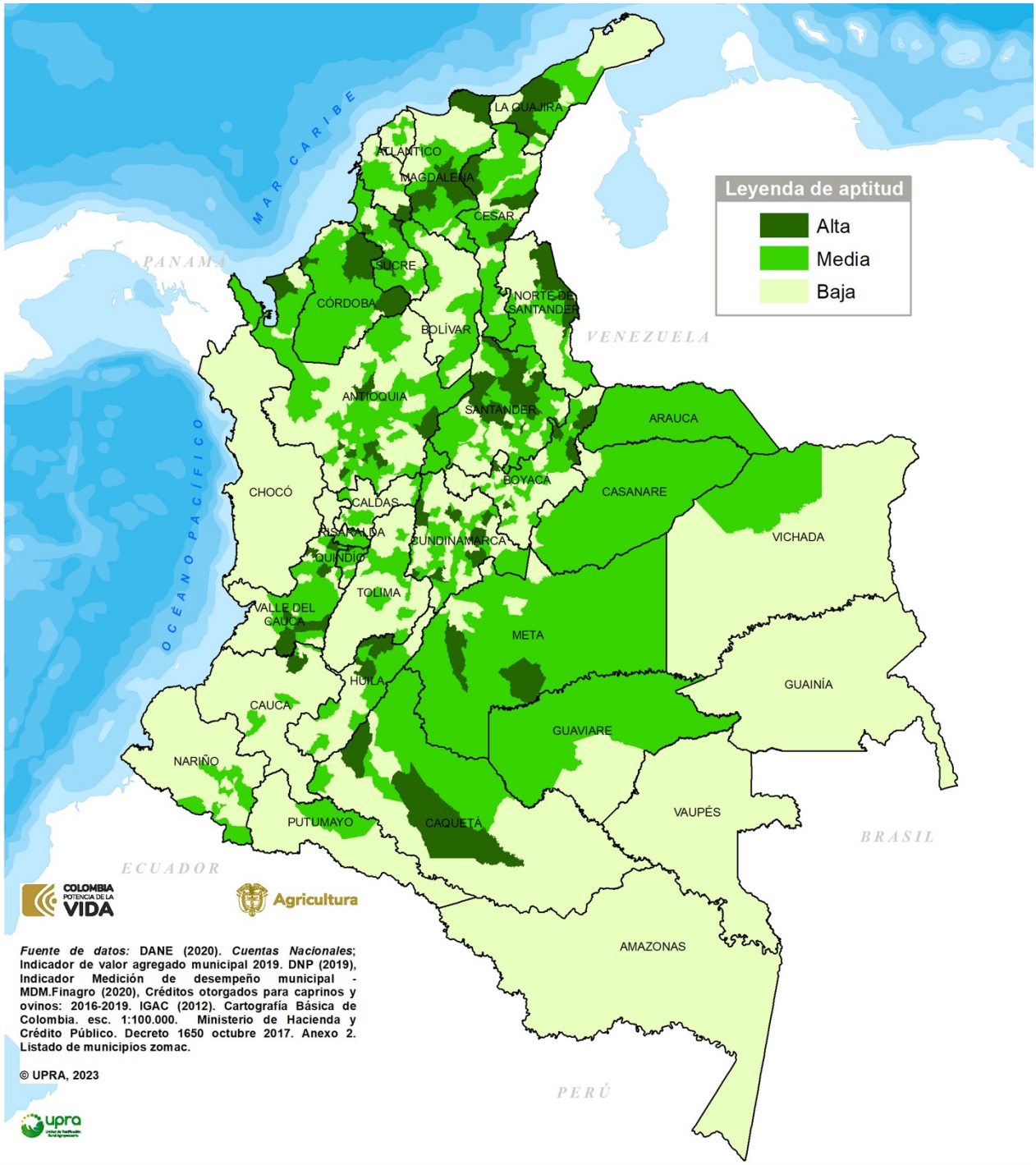
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Indicadores económicos	Créditos otorgados	49,9
	Valor agregado pecuario municipal	28,8
	Desempeño municipal	14,7
	Zonas ZOMAC	6,6
Total ponderación		**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Créditos otorgados	Millones de pesos	> 75	<75	Sin creditos
Valor agregado pecuario municipal	Miles de millones de pesos	> 92,5	22,2 – 92,5	< 22,2
Desempeño Municipal	Indicador MDM	≥ 55 puntos	45-55 puntos	< 45 puntos
Zonas ZOMAC	Municipios	Declarados ZOMAC	Resto	-

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020). Cuentas Nacionales, *indicador valor agregado municipal actividad agrícola*. Bogotá.
- DNP. (2019). Resultados nueva medición de desempeño municipal.
- Finagro. (2021). *Creditos y seguros otorgados para caprinos 2015-2020* . Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minhacienda. (2017). *Decreto 1650 de 2017. Anexo 2.* Recuperado de: < https://incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/decreto-1650.pdf>

3.5.1. Variable créditos otorgados

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: créditos otorgados</td><td>UNIDAD DE MEDIDA: millones de pesos</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

Valor a precios de 2020 de los créditos otorgados desde 2015, a nivel municipal para el desarrollo y mejora de la producción caprina. Están direccionados a personas naturales o jurídicas para construir o mejorar los procesos de producción o de comercialización, colocados en condiciones preferenciales Finagro, a través de la banca comercial con presencia en los territorios y son utilizados para apalancar capital de trabajo y proyectos de inversión. Las líneas especiales Finagro están subsidiadas en tasa de interés, respaldadas por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Orienta a los agentes económicos en sus decisiones de inversión sobre los lugares donde se están solicitando y aprobando un mayor monto de créditos preferenciales para la producción caprina, lo que indica una tendencia en la lógica racional y de preferencia territorial de los inversionistas.

Busca darle mayor aptitud aquellas zonas del país que tienen un mayor nivel de financiamiento con recursos de fomento para la producción caprina, lo que permite dimensionar el apalancamiento financiero de una aglomeración productiva municipal, como factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones sobre la inversión.

Existe una relación directa entre los créditos otorgados y la aptitud del municipio. Municipios con mayor valor de créditos otorgados en un periodo de tiempo determinado, reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad pecuaria de producción caprina, permitiendo que

nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir financiamiento.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información de Finagro sólo tiene en cuenta los créditos otorgados a la cadena productiva de los recursos destinados para tal fin y canalizados por la banca pública (Banco Agrario de Colombia) y por la banca privada (redescuento), pero no incluye los créditos otorgados con recursos de captación de la banca privada (créditos comerciales).

La información sobre el lugar de colocación de créditos puede diferir del municipio donde finalmente se inviertan los recursos, así como la actividad específica que va a financiar, puesto que puede apalancar actividades conexas a las actividades productivas pecuarias de caprinos, como también financiar actividades de agentes económicos no especializados en la actividad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Finagro. 2021. Colocación de créditos otorgados para caprinos, 2015-2020.

2. Precisiones de la información.

Las cifras de créditos otorgados corresponden a la suma del valor colocado entre 2016 y 2020 traídos a valores 2020, para todos aquellos municipios que reportan información en el periodo de análisis. Para llevar los valores a precios 2020 se utilizaron los valores oficiales reportados por el DANE de inflación enero a diciembre de 2016 a 2019.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó la suma anual de créditos otorgados por municipio para caprinos en millones de pesos de 2020, para los años 2016 a 2020.

4. Clasificación por categoría de aptitud.

Para la estimación de los rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), se utilizó el criterio asociado a la regla de Pareto (80/20) que indica que aproximadamente el 80 % de las consecuencias es explicada por el 20 % de las causas. En este caso, el 80 % del total de crédito colocado es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios con colocaciones de crédito. El procedimiento entonces consiste en ordenar de mayor a menor los municipios que, a precios constantes, suman mayor valor de crédito colocado; seguidamente se estiman las participaciones de cada municipio dentro del total del crédito evaluado. Finalmente se estima una columna en la que se calcula el porcentaje acumulado de la distribución del crédito dentro de los municipios hasta que dicha acumulación llegue al 80 % de participación. Se verifica que el número de municipios que aportaron al 80 % del crédito, representen aproximadamente el 20 % del total de municipios.

De esta forma se definen tres agrupamientos, el primero formado por los municipios que aportaron al 80 % del total del crédito y el segundo grupo por los municipios que aportaron el 20 % restante. El tercer grupo está formado por los municipios que no tuvieron ninguna colocación de crédito para caprinos en el periodo analizado.

De los anteriores agrupamientos se infieren los puntos de corte de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de 75 millones en créditos para caprinos, media (A2): municipios con menos de 75 millones en créditos para caprinos y aptitud baja (A3): municipios sin créditos para caprinos.

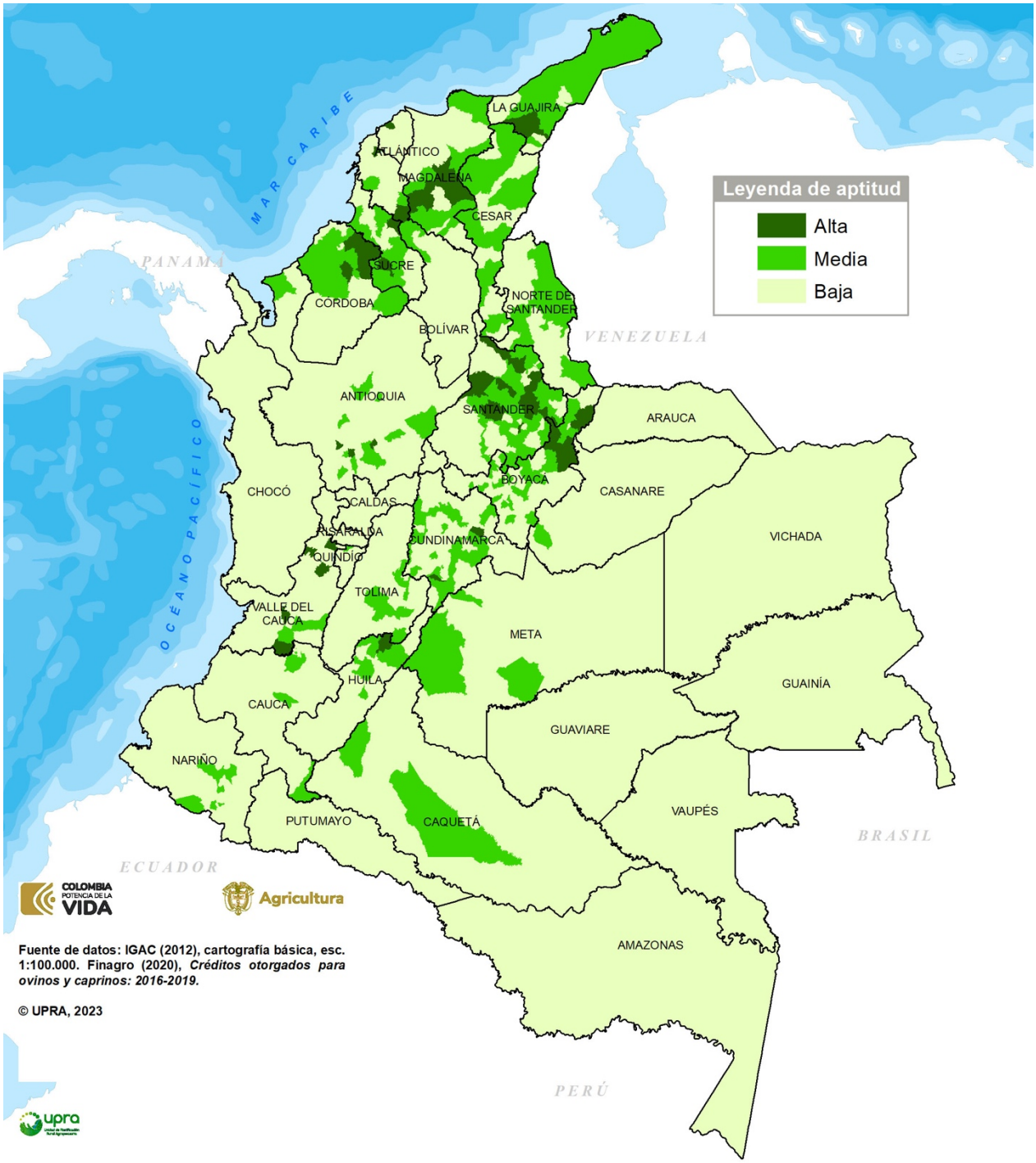
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Millones de pesos	Aptitud
> 75	Alta (A1)
<75	Media (A2)
Sin créditos	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS
Millones de pesos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable créditos otorgados

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Finagro. (2021). *Creditos y seguros otorgados para caprinos 2015-2020* . Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.5.2. Variable valor agregado pecuario municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: valor agregado pecuario municipal	**UNIDAD DE MEDIDA:** miles de millones de pesos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Aproximación al valor generado por actividades pecuarias en un municipio. Con el fin de ser utilizado en la zonificación de aptitud, se parte de la información suministrada de manera privilegiada y confidencial por el DANE a la UPRA, que convencionalmente no es publicada en este nivel de desagregación, siguiendo el principio de razonabilidad en el detalle. Se busca medir indirectamente el nivel de actividad pecuaria del municipio de modo que pueda ser comparado con valores nominales de otros municipios para que su evaluación, clasificación y orden jerárquico, sea nacional.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra a los agentes económicos los municipios que tienen un mayor valor agregado pecuario y por lo tanto es sujeto de economías de escala sectoriales, de beneficios y estímulos estatales privilegiados en lo pecuario, respecto del tratamiento económico que se le da al municipio como un todo.

Incide en la percepción de los agentes económicos respecto del desempeño económico del municipio como un todo y en particular, con respecto al sector pecuario.

A mayor valor agregado pecuario municipal, el municipio presenta mayor nivel de aptitud, puesto que su circuito económico local tendrá un mayor dinamismo y posibilidad de encadenamiento sectorial. Aunque no es posible discriminar dentro de los valores agregados sectoriales los niveles de participación de producciones específicas (en este caso caprinos), la transversalidad sectorial refleja lo verdaderamente pecuario, es decir que es un municipio sin dependencia de la presencia o no de otras actividades productivas, como la minería extractiva y el petróleo que suelen distorsionar las mediciones en términos de participación porcentual.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dado que se parte de mediciones sectoriales y territoriales de escala nacional y departamental, es posible que algunos municipios con gran generación de valor pecuario se vean afectados por pertenecer a un contexto regional y departamental que no lo sea. Del mismo modo, existe la posibilidad de que un municipio sin mayor relevancia en la generación de valor pecuario se sobredimensione por su ubicación regional en la que otros municipios aportan y suman gran producción departamental. En todo caso, son precisamente estos fenómenos regionales y secto-territoriales los que se pretenden capturar.

Como ya se mencionó, la incapacidad para discriminar el valor generado por un producto en particular, aunque resulta una limitante también incorpora la transversalidad del análisis sectorial que beneficia a todos los productos del sector pecuario.

Por otra parte, los métodos de estimación del valor agregado por ramas de actividad económica consideran cualquier transformación de materia prima como agregación de valor independientemente de su nivel de complejidad, por lo que algunas cadenas productivas donde la transformación es requisito para su consumo o disfrute pueden ser contabilizadas en una rama no pecuario.

Finalmente, se debe mencionar que las mediciones para un año específico, en este caso 2019, pueden haber incluido eventos esporádicos como inundaciones o condiciones climáticas adversas que llevar a tener un menor valor agregado pecuario de manera transitoria en un municipio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2021. Cuentas Nacionales: Indicador Valor Agregado Municipal, Actividad pecuaria.

2. Precisiones de la información.

Se tiene en cuenta la información del DANE.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se utiliza el criterio asociado a la regla de Pareto (80/20) que indica que aproximadamente el 80 % de las consecuencias es explicada por el 20 % de las causas. En este caso, el 80 % del total del valor agregado pecuario municipal es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios. El procedimiento consiste en ordenar de mayor a menor los municipios por el valor agregado pecuario que se le atribuye y seguidamente se estima las participaciones de cada municipio dentro del total nacional. Posteriormente se estima una columna en la que se calcula el porcentaje acumulado del valor agregado pecuario municipal y el porcentaje de municipios que aportan a dicha acumulación hasta el punto en que la suma de estos dos porcentajes sea igual a 100 %.

Sobre los restantes municipios se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado, donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-cluster y maximizar la distancia inter-cluster, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del cluster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del cluster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los cluster inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos de este cluster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.

5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clister, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k-Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la variable Valor Agregado Pecuaria Municipal (VAPM) el resultado fueron 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud alta (A1): municipios con más de 92,5 mil millones de VAPM.
Aptitud media (A2): municipios entre 22,2 y 92,5 mil millones de VAPM
Aptitud baja (A3): municipios con menos de 22,2 mil millones de VAPM

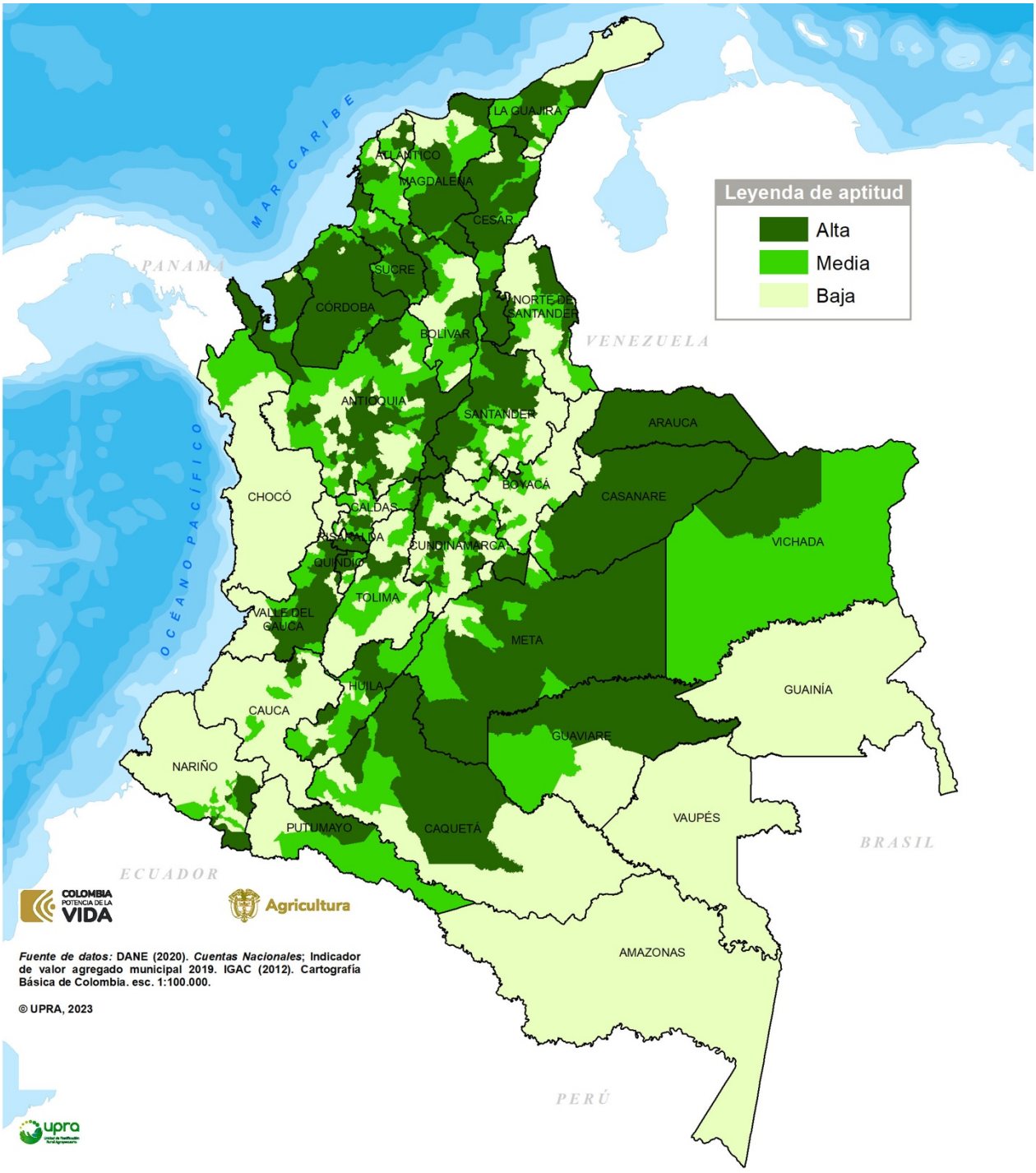
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

UNIDAD DE MEDIDA

Miles de millones de pesos

REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable Valor Agregado Pecuario Municipal (VAPM)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2021). Cuentas Nacionales: Indicador Valor Agregado Municipal, Actividad pecuario.
- IGAC. (2019). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.5.3. Variable desempeño municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS			
VARIABLE: desempeño municipal	**UNIDAD DE MEDIDA:** indicador MDM		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Mide y compara el desempeño municipal de las entidades territoriales entendido como capacidad de gestión y resultados de desarrollo (el aumento de la calidad de vida de la población) teniendo en cuenta sus capacidades iniciales, para incentivar una mejor gestión, calidad del gasto y la inversión orientada a resultados (DNP, 2017, pág. 3).

Así mismo, esta variable es una aproximación al diseño de políticas dirigidas al fortalecimiento de capacidades y al cierre de brechas territoriales, según la situación del indicador en cada municipio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Confirma si se cuenta con administraciones locales robustas, con capacidades institucionales adecuadas para cumplir las diferentes tareas, lo cual es una condición necesaria para el desarrollo territorial, lo que toma especial importancia en escenarios como el actual donde se busca un mayor fortalecimiento de la gestión descentralizada de las entidades regionales.

Así mismo, «*hay evidencia de la relación existente entre mayores capacidades institucionales de los gobiernos subnacionales, en especial aquellas relacionadas con la capacidad de recolectar impuestos y proveer servicios públicos, con mayor crecimiento económico y mejores resultados de desarrollo económico y social*» (DNP, 2017, pág. 7), y esta premisa es esencial para dinamizar e incentivar las actividades productivas agropecuarias en las zonas rurales del país.

En Colombia los estudios del DNP han demostrado que un mejor desempeño municipal se asocia con mejores resultados en otras dimensiones, como eficiencia en la provisión de servicios públicos, menores tasas de pobreza y mayor competitividad entre otros. Por ejemplo, el índice de ambiente regulatorio para creación de empresas —Doing Business— promovido por el Banco

Mundial, tiene una correlación positiva y significativa con la nueva medición del desempeño municipal (DNP, 2017).

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Este indicador es global por municipio, lo que significa que no discrimina entre zonas urbanas y rurales dado que evalúa la información por ente territorial.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DNP. 2019. Resultados nueva medición de desempeño municipal.

2. Precisiones de la información.

La variable se basa en la información de la nueva Medición del Desempeño Municipal (MDM) que elaboró el DNP, para evaluar la gestión y los resultados de los municipios a partir del estudio de un grupo de expertos en temas de desarrollo territorial, medición y descentralización, con el cual se actualizaron los estándares de evaluación, y se enfocó el desempeño municipal a la gestión pública orientada a resultados, que eran calculados mediante el índice de desempeño integral (IDI).

De acuerdo con el DNP, (2018), este indicador MDM cuenta con algunas características y ventajas como:

- Esta medición permite la comparación entre grupos de municipios más homogéneos (definidos según un componente de capacidades iniciales) rankings al interior de grupos.
- El grupo de capacidades iniciales se calcula cada cuatro años con nuevos gobiernos locales.
- La posición del municipio se calcula dentro de su grupo de capacidades iniciales (el último puesto es máximo 218).
- Mide entre grupos de municipios con capacidades iniciales similares.
- Los indicadores de resultados están alineados con los planes de Desarrollo Territorial para rendición de cuentas.
- Permite hacer comparaciones al interior de grupos más homogéneos que parten de una misma situación con condiciones.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Esta variable cuenta con la información para la totalidad de los municipios del país. La consistencia interna la ofrece el DNP a partir de la construcción metodológica que se describe a continuación:

La MDM está dividido en dos componentes y una categoría de agrupación como se muestra en la siguiente tabla:

Gestión	Resultados
Movilización de recursos propios (25%)	Educación (25%)
Tributario + no tributario - Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).	Cobertura de educación media.
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).	Pruebas SABER 11 matemáticas y lenguaje
Participación de los recursos propios en la inversión.	Cobertura de transición
Ejecución de recursos (25%)	Salud (25%)
Ejecución Sistema General de Participantes.	Mortalidad infantil
Ejecución de recursos propios	Cobertura de vacunación pentavalente
Ejecución de otras fuentes.	Cobertura de salud
Cumplimiento en el plazo inicial de los proyectos (SGR).	Servicios públicos (25%)
Gobierno abierto y transparente (25%)	Cobertura de energía rural
Organización de la información	Penetración de internet
Rendición de cuentas	Cobertura de acueducto y alcantarillado
Atención al ciudadano	Seguridad y convivencia (25%)
Gestión de instrumentos de Ordenamiento Territorial (25%)	Hurtos por 10.000 habitantes
Recaudo predial efectivo.	Homicidios por 10.000 habitantes
Uso instrumentos de recaudo de Ordenamiento Territorial.	Casos de violencia intrafamiliar por 10.000 habitantes.

COMPONENTES

Fuente: (DNP, 2018)

El primero, está enfocado en la gestión, incluye las acciones y decisiones que adelanta la administración local que buscan transformar los recursos en un mayor bienestar de la población y desarrollo, en su interior se subdivide en cuatro subcomponentes y todos con igual peso (25 %), estos son: í) movilización de recursos propios, ii) ejecución de recursos, iii) gobierno abierto y transparencia, y iv) uso y recaudo por instrumentos de OT. Este componente a su vez reúne las siguientes 12 variables.

Movilización de recursos propios

Variable	Metodología	Fuente
Ingresos tributarios y no tributario sin recaudo por OT per cápita.	**Ingresos tributarios y no tributario* - recaudo por OT**/ población.** *1.1 Ingresos tributarios (**Código A1000-OEC**) + 1.2 ingresos no tributarios (**Código A2000-OEC).** ** Predial (**TI.A.1.3.1-FUT Ingresos**), Delineación Urbana (**TI.A.1.8-FUT Ingresos**), Valorización (**TI.A.2.3.1.1-FUT Ingresos**) y plusvalía (**TI.A.2.3.2.-FUT Ingresos**), correspondiente a la vigencia.	Operaciones efectivas de caja - **OEC** (DNP), Formulario único territorial **FUT** y DANE
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).	**Recaudo total mediante cuatro instrumentos de ordenamiento territorial (predial, delineación urbana, valorización y plusvalía) */ población.** * Predial (**TI.A.1.3.1-FUT Ingresos**), Delineación Urbana (**TI.A.1.8-FUT Ingresos**), Valorización (**TI.A.2.3.1.1-FUT Ingresos**) y plusvalía (**TI.A.2.3.2.-FUT Ingresos**), correspondiente a la vigencia.	**FUT** y DANE
Participación de los recursos propios en la inversión.	**Inversión financiada con recursos propios*/ Inversión total del municipio**** *" Ingresos corrientes de libre destinación excepto el 42% de libre destinación de propósito general" (**Fuente 100-FUT Inversión)** + "Ingresos corrientes con destinación específica – Recursos propios" (**Fuente 100-FUT Inversión)**, el valor se toma de la columna "obligaciones" del formato gastos de inversión del FUT. **Se toma el rublo "5. Gastos de capital (Inversión)" de las OEC.	**FUT** y Operaciones efectivas de caja - **OEC**

Fuente: (DNP, 2018, pág. 13).

Ejecución de recursos

Variable	Metodología	Fuente
Ejecución Sistema General de Participaciones	**Recursos obligados en la vigencia de la fuente SGP*/ asignado total SGP para la vigencia **** *Suma de las obligaciones con las fuentes descritas en la tabla "Fuentes SGP", registradas en el formato de gastos de inversión del **FUT.** ** Asignaciones de la vigencia **SICODIS.**	**FUT** y SICODIS

Ejecución de recursos propios	**Recursos obligados fuente propios*/ recursos presupuestados con fuente propias**** *" Ingresos corrientes de libre destinación excepto 42% de libre destinación de propósito general" (**Fuente 100-FUT Inversión) +"** Ingresos corrientes de libre destinación con destinación específica – recursos propios" (**Fuente 100-FUT Inversión),** el valor se toma de la columna "obligaciones" del formato gastos de inversión del FUT. ** Presupuesto definitivo del formato gastos de inversión del FUT de las mismas fuentes (**100 y 110**).	**FUT**
Ejecución de otras fuentes.	**Recursos obligados otras fuentes/recurso presupuestado con otras fuentes*** *Se toman los valores de la columna "obligaciones" y de la columna "presupuesto definitivo", correspondiente a las fuentes con código referido en la tabla "Otras fuentes", registradas en el formato de gastos de inversión del FUT.	**FUT**
Cumplimiento en el plazo inicial de los proyectos de regalías (SGR)	**Cumplimiento de la programación inicial de los proyectos** Promedio de los cuatro trimestres del año de la vigencia del componente 10, del IGR (Índice de Gestión de Proyectos de Regalías).	**SGR**

Fuente: (DNP, 2018, pág. 15)

Gobierno abierto y transparencia

Variable	Metodología	Fuente
Organización de la información	¿Su municipio cuenta con Tablas de Retención Documental (TRD), elaboradas y aprobadas?	Pregunta 1 "Gestión Documental" Gestión WEB
	Para la gestión documental, ¿Su municipio aplica las Tablas de Retención Documental (TRD), aprobadas?	Pregunta 2 "Gestión Documental" Gestión WEB
	¿Su municipio actualiza las Tablas de Retención Documental (TRD)? ¿Cada cuántos meses?	Pregunta 3 "Gestión Documental" Gestión WEB
Rendición de cuentas	Promedio de calificación en los 4 trimestres del año en el componente de transparencia del Índice de Gestión de Proyectos de Regalías (IGPR) *Debe multiplicarse por 5 para que el indicador quede entre 0 y 100, pues la máxima puntuación que tiene es de 20. (Solo se mide en el caso de que el municipio tenga proyectos de regalías aprobadas).*	**SGR, IGPR**

	¿En el Plan de Acción Anual está incluida la estrategia de Rendición de Cuentas?	Pregunta 1 "Rendición de Cuentas" Gestión WEB
	¿La entidad pública los resultados de la consulta del proceso de rendición de cuentas, identificando las prioridades establecidas por los ciudadanos?	Pregunta 8 "Rendición de Cuentas" Gestión WEB
Atención al ciudadano	¿La entidad cuenta con procesos o procedimientos de servicio al ciudadano documentados e implementados (peticiones, quejas, reclamos y denuncias, trámites y servicios)?	Pregunta 11 "Servicio al Ciudadano" Gestión WEB
	¿Incluyó el componente del Servicio al Ciudadano en el Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano?	Pregunta 1, opción 2 "Anticorrupción" Gestión WEB

Fuente: (DNP, 2018, pág. 18).

Uso y recaudo por instrumentos de Ordenamiento Territorial (OT)

Variable	Metodología	Fuente
Tasa efectiva de recaudo predial, por mil pesos de avalúo	**Recaudo predial*/avalúo de los predios en la vigencia**) X1000** *Se toma el concepto "Impuesto predial unificado vigencia actual" (**TI.A.1.3.1 columna "Total ingresos" – ingresos FUT)** ** Avalúo catastral reporte IGAC.	FUT e IGAC
Uso de instrumentos de OT	**Número de instrumentos de ordenamiento territorial que usa la Entidad Territorial*** *Predial (TI.A.1.3.1 **- FUT ingresos)**, Delineación Urbana (TI.A.1.8 **- FUT ingresos)**, Valorización (TI.A.2.3.1 **- FUT ingresos)** y Plusvalía (**TI.A.2.3.2 - FUT ingresos)** correspondientes a la vigencia. Si recaudo por dichas fuentes, se considera que utilizó el instrumento (su puntuación es 1 para el instrumento), en tal sentido el máximo valor será 4 y el menor 0.	FUT

Fuente: (DNP, 2018, pág. 20).

El segundo, el componente de resultados permite saber si las acciones realizadas en el período evaluado tuvieron incidencia en el bienestar para la comunidad y desarrollo territorial; mide los cambios en las condiciones de vida con relación al acceso ciudadano a educación, salud, servicios públicos, seguridad y convivencia familiar. Este componente reúne las siguientes 14 variables.

Educación

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura en educación media neta	Estudiantes matriculados en educación media en el rango de edad aceptable/ Población del municipio en dicho rango de edad de la vigencia.	Min. Educación, disponible en Terridata
Cobertura en transición media neta	Estudiantes matriculados en transición en el rango de edad aceptable/ Población del municipio en dicho rango de edad de la vigencia.	Min. Educación, disponible en Terridata
Pruebas Saber 11 matemáticas y lectura crítica	Puntaje promedio estudiantes residentes del municipio en las secciones de matemáticas y lectura crítica de las pruebas Saber 11 de la vigencia.	Min. Educación, disponible en Terridata

Fuente: (DNP, 2018, pág. 24).

Salud

Variable	Metodología	Fuente
Mortalidad infantil, menores de un año	Fallecidos menores de un año por mil nacidos vivos en la vigencia anterior. (Un año de rezago).	DANE, disponible en Terridata
Cobertura en vacunación pentavalente	Menores de un año en un municipio con la tercera dosis aplicada de vacuna pentavalente/Población total menor de un año a vacunarse de la vigencia.	Min. Salud, disponible en Terridata
Cobertura en salud	Número de afiliados registrados en la BDUA en los regímenes contributivo y subsidiado a diciembre/Proyección población DANE del municipio de la vigencia.	Min. Salud, disponible en Terridata

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura energía, zona resto	Viviendas con acceso a red interconectada sobre total viviendas de la vigencia anterior. (Un año de rezago)	UPME, disponible en Terridata
Penetración de internet (Banda Ancha Residencial)	Número de suscriptores con acceso dedicado a internet sobre la población total de la vigencia.	MINTIC, disponible en Terridata
Cobertura de acueducto y alcantarillado*	Relación entre los predios residenciales que tienen servicio y el total de los predios residenciales de la vigencia. (Promedio de los dos indicadores).	REC-SSPD, disponible en Terridata

Fuente: (DNP, 2018, pág. 26 y 28).

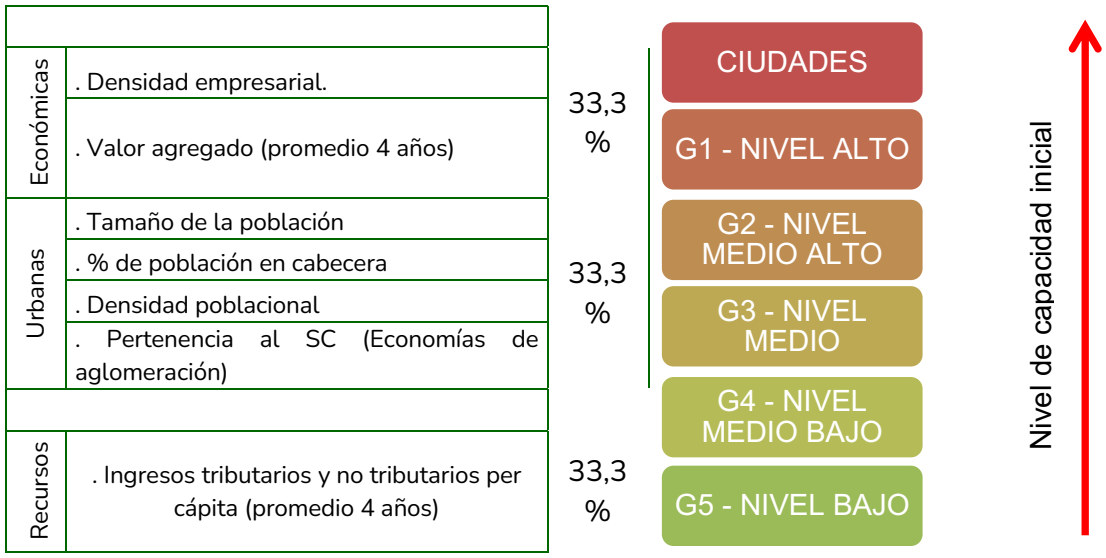
Seguridad y convivencia

Variable	Metodología	Fuente
Hurtos por cada 10.000 habitantes	Casos de hurtos reportados por cada 10.000 habitantes.	Ministerio de Defensa, Población DANE, disponible en Terridata
Homicidios por cada 10.000 habitantes	Casos de homicidios por cada 10.000 habitantes.	
Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes	Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes.	

Fuente: (DNP, 2018, pág. 30).

Un factor diferencial que tiene esta metodología es que categoriza los municipios en grupos comparables que comparten ciertas características definidas como capacidades (dotaciones) iniciales, lo que permite un análisis comparativo según las diferencias estructurales en las trayectorias de desarrollo territorial. Para ellos se definieron tres dimensiones: a) la actividad económica, b) las características demográficas y geográficas urbanas, y c) los recursos propios de los ingresos tributarios y no tributarios. Lo que permite la conformación de seis grupos de municipios, así:

Grupos comparables por nivel de capacidad inicial



Fuente: (DNP, 2018, pág. 32)

Para la estimación de las capacidades iniciales se utiliza el promedio de las variables de los cuatro años del gobierno saliente (2011-2015) y se estandarizan los indicadores entre todos los municipios. Luego se define un índice de 0 a 1, donde 1 representa a aquellos municipios con mayor dinamismo económico (mayor valor agregado y mayor densidad empresarial) altamente urbanos y con los mayores recursos corrientes, y 0 para sus respectivas contrapartes.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

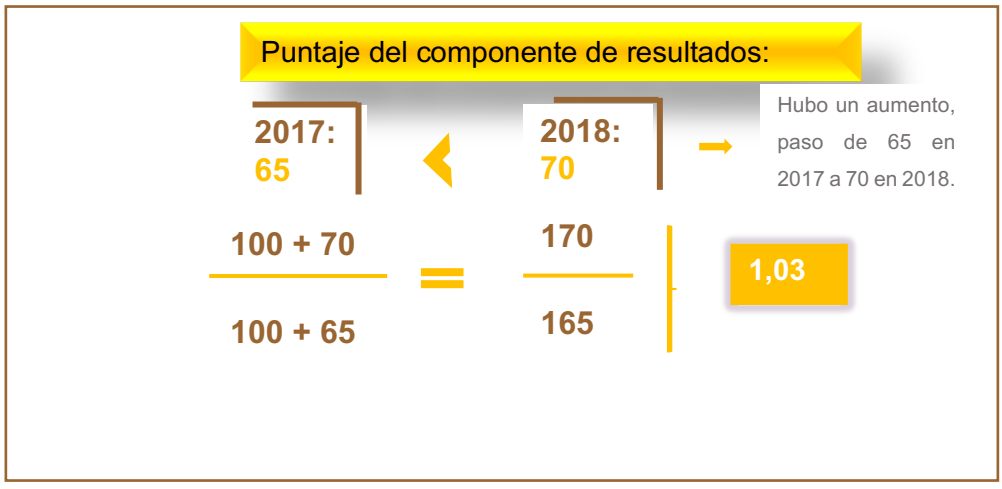
Para determinar los rangos de aptitud para el ejercicio de evaluación de tierras se asumió la calificación del Indicador de Desempeño Municipal (MDM) que elaboró el DNP a partir de la metodología de agregación del indicador, que consiste en:

A partir de los puntajes por municipio para cada uno de los componentes de Gestión y Resultados de dos años comparados:

Municipio Y

Componente	Año	Puntaje
Gestión	2018	50
Resultados	2017	65
	2018	70

Se calcula el cambio del año con respecto al anterior para el componente de resultados (que muestra el bienestar de la población).



Luego se multiplica el resultado obtenido por el puntaje del componente de gestión del último año:

Luego se multiplica el resultado obtenido por el puntaje del componente de gestión del último año:

$$Puntaje\ comp.de\ gestión * Cambio\ comp.resultados = Indicador\ MDM$$
$$50 * 1{,}03 = 51{,}1$$

Finalmente, con el valor del indicador MDM (51,1) se clasifica los rangos de aptitud según: aptitud alta (A1) municipios con un puntaje mayor o igual a 55 puntos; aptitud media (A2) municipios con un puntaje entre 45 y 55 puntos; y aptitud baja (A3) municipios con un puntaje menor a 45 puntos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

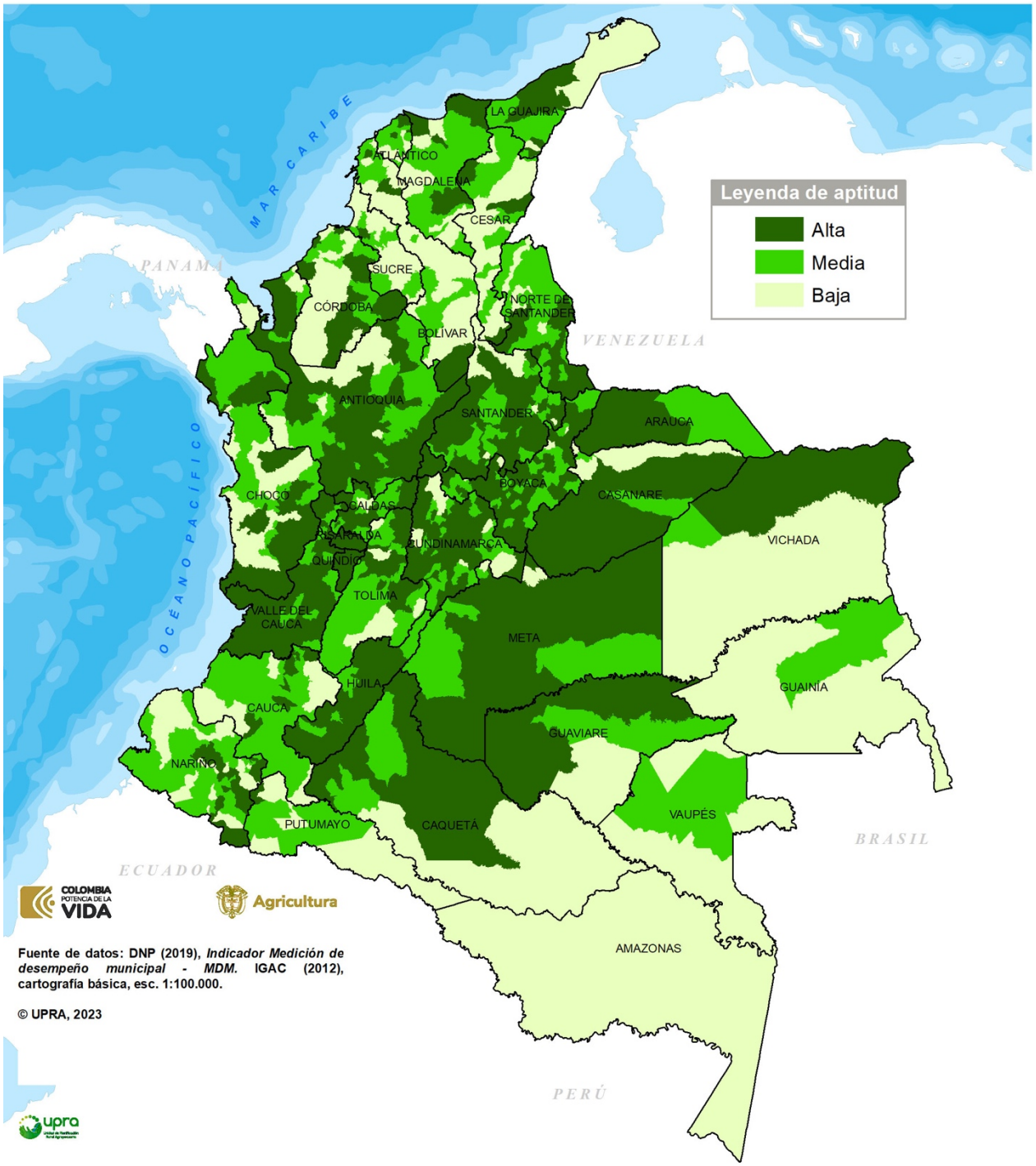
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3), según los resultados de la Medición de Desempeño Municipal (MDM) del DNP para el año 2019.

Indicador MDM	Aptitud
≥ 55 puntos	Alta (A1)
45 – 55 puntos	Media (A2)
< 45 puntos	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Indicador de la Medición del desempeño municipal (MDM)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable desempeño municipal

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2020). *Medición del desempeño municipal. Informe de resultados MDM 2019*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/MDM/InformmeResultados_MDM_2019.pdf >.
- DNP. (2018) Nueva Medición del Desempeño Municipal (MDM).
- IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.5.4. Variable zonas ZOMAC

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: zonas ZOMAC	**UNIDAD DE MEDIDA:** municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Estimulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado, las cuales están constituidas por 344 municipios que son considerados como los más golpeados por la violencia.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Busca el fortalecimiento de la productividad y la competitividad, acelerando el crecimiento y el desarrollo con la creación de empresa y la generación de empleo, a través de incentivos a los empresarios mediante una tarifa especial y progresiva del impuesto de renta para los próximos 10 años (a partir del año 2017).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Depende de la legislación y las decisiones de gobierno, lo que implica que los beneficios y estímulos tributarios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas. Adicionalmente, no existe forma en la que se pueda medir la manera en que están siendo aprovechados los incentivos y en qué actividades productivas se están concentrando.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Minhacienda. Decreto N.° 1650 de 2017.

2. Precisiones de la información.

Listado de municipios declarados ZOMAC.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se cuenta con la información para la totalidad de municipios del país respecto de si pertenecen o no a las ZOMAC lo que permite hacer un análisis nacional integral. Se constituye como una base de información dicotómica.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron así: aptitud alta (A1): municipios declarados ZOMAC y aptitud media (A2): resto de municipios.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

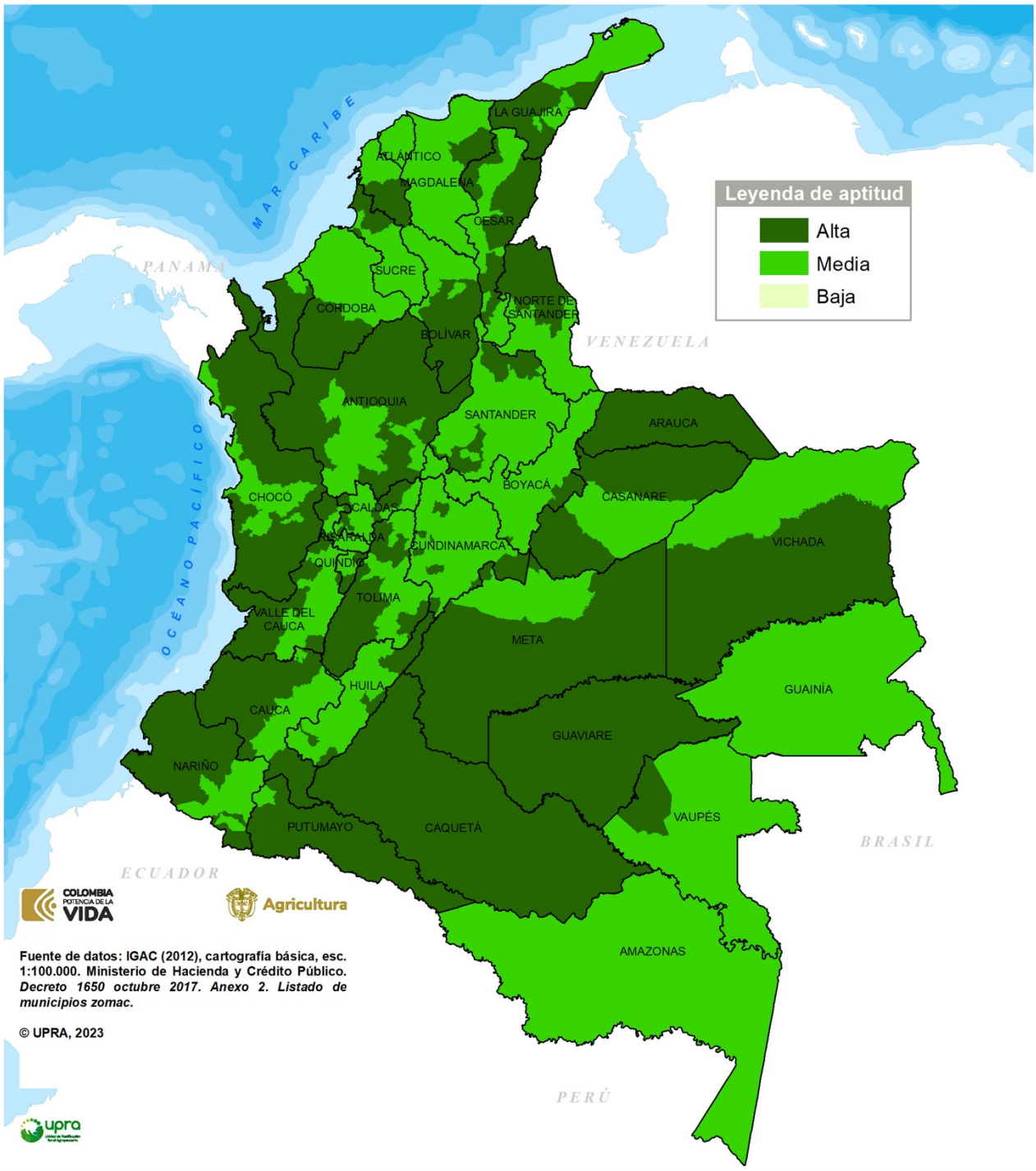
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y media (A2). Se excluye la posibilidad de que esta variable tome valores de aptitud baja (A3) por considerar que sería un castigo demasiado grande para los municipios que no están en el listado.

Municipios	Aptitud
Municipios declarados ZOMAC	Alta (A1)
Resto	Media (A2)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Municipios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable zonas ZOMAC

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minhacienda. (2017). *Decreto 1650 de 2017*. Recuperado de: < https://incp.org.co/Site/publicaciones/info/archivos/decreto-1650.pdf>

3.6 Criterio seguridad ciudadana

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: SEGURIDAD CIUDADANA		
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Abigeato, expresado en tasa de abigeato por cada 1000 cabezas de ganado. • Extorsiones rurales, expresado en tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes. • Secuestros rurales, expresado en tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes. • Homicidios rurales, expresado en tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes.		

DEFINICIÓN

Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).

La seguridad ciudadana produce un efecto de confianza, entendida como ausencia de peligro y daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial y/o total de la libertad y del patrimonio de un individuo y/o de un grupo poblacional, determinada por situaciones adversas originadas por las personas.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Refleja información de municipios en donde se presentan y repiten hechos delictivos que posiblemente están asociados a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual podría incidir negativamente en la dinámica de la producción.

Ya que condiciones de seguridad adversas en el área rural han sido limitantes para la inversión en proyectos productivos, una caracterización de la seguridad ciudadana municipal representa particular importancia para orientar a los inversionistas privados y a las políticas públicas del sector agropecuario.

En las zonas donde han existido fenómenos delictivos de manera reiterada, se ven afectadas la productividad, la seguridad y la integridad física, psicológica, vida, honra y bienes de las

poblaciones asentadas, quienes soportan acciones ligadas al secuestro, extorsiones, abigeato y homicidios, entre otras. Estas acciones delictivas generan un ambiente de desconfianza y ausencia de inversión en proyectos productivos que mejorarían la calidad de vida, empleo y oportunidades de los pobladores rurales.

Como consecuencia, entre más frecuente sea la presentación de estos flagelos, menor será la aptitud de la zona.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En las bases de datos entregadas por Policía nacional, para los delitos de secuestro, extorsión, abigeato y homicidios, se encontraron algunos municipios sin información.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología *AHP* (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cuatro variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Abigeato	Extorsiones rurales	Secuestros rurales	Homicidios rurales
Seguridad ciudadana	Abigeato	1			
	Extorsiones rurales	1/3	1		
	Secuestros rurales	1/3	1/3	1	
	Homicidios rurales	1/5	1/5	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual en importancia	Más importante			

Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

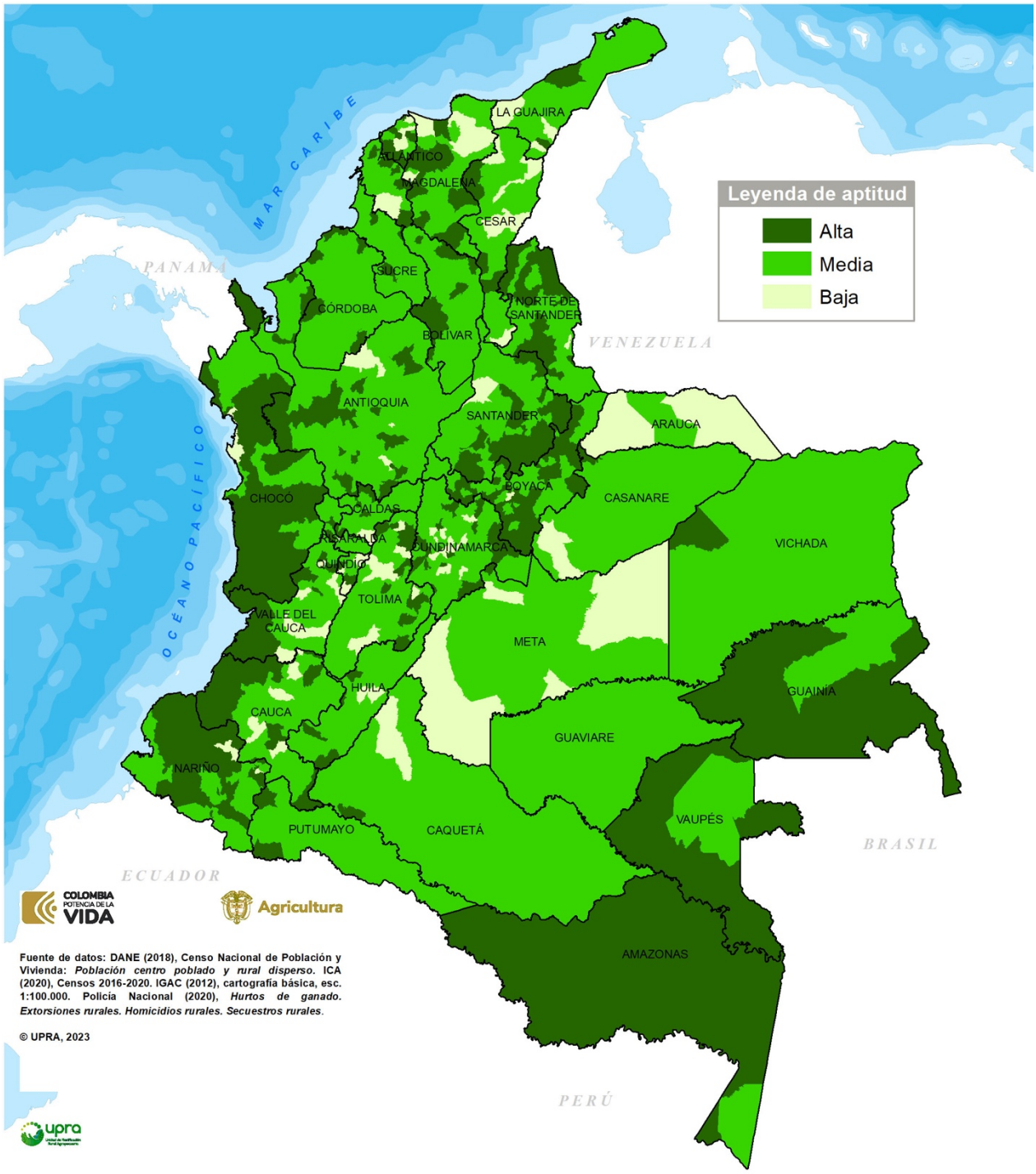
Criterio	Variable	Ponderación (%)
Seguridad ciudadana	Abigeato	50,5
	Extorsiones rurales	28,8
	Secuestros rurales	14,3
	Homicidios rurales	6,4
Total, ponderación		**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Abigeato	Tasa de abigeato por cada 1000 cabezas de ganado	Sin ocurrencia del delito	≤1,471	>1,471
Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,1852	> 0,1852
Secuestros Rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,0564	> 0,0564
Homicidios Rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,5652	> 0,5652

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2009). *Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos*. Recuperado de www.cidh.oas.org/.../SEGURIDAD%20CIUDADANA
- Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004.
- DANE (2018). *Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso*. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- INMLCF (2018). Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: INMLCF
- _. (2014). Comportamiento del homicidio en Colombia 2013.
- MacQueen, J. (1967). *Some methods for classification and analysis of multivariate observations. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics)*, 281–297.
- Ley 1944 de 2018. Recuperado de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa>.
- Ley 599 de (2000). Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- Policía Nacional - Grupo Información de Criminalidad (GICRI) DIJIN. 2016-2020. Recuperado de: <www.policia.gov.co/grupo-información-criminalidad/estadistica-delictiva>. Bogotá´: Policía Nacional

3.6.1. Variable abigeato

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: abigeato	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de abigeato por cada 1000 cabezas de ganado	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

El abigeato o cuatrerismo es el delito que consistente en el robo de animales de cría y es una conducta delictiva común del campo, por lo que después de grandes esfuerzos fue tipificado de manera específica en el código penal en los artículos 243 y 243 A, a través de una reforma a la ley 599 de 2000, realizada en 2018, facilitando así herramientas de protección al patrimonio de los productores ganaderos.

Por definición tanto abigeo como abigeato proceden de la palabra latina *abigere*, que equivale a aguijar las bestias para que caminen. Es una especie de robo, pero se diferencia de éste en que la cosa no se coge con la mano y se transporta a otro lugar, sino que la desvía y se la hace marchar a distinto destino con el objeto de aprovecharse de ella (Contexto Ganadero_ Luis Humberto Caballero R. 2017).

Se distinguen dentro de la tipificación del delito las especies bovinas mayor y menor, equinas o porcinas plenamente identificadas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La espacialización de esta variable muestra el comportamiento del abigeato a nivel municipal, ya que este delito constituye una de las pérdidas económicas más importantes a los productores de ganado, tener un instrumento que oriente sobre el fenómeno, es de gran utilidad al convertirse en un insumo para la formulación de políticas que mejoren y mitiguen el fenómeno.

El abigeato, por las consecuencias que genera, pone en peligro la estabilidad de la producción, motivo por el cual la variable se considera importante, toda vez que muestra el comportamiento

del delito y puede orientar sobre donde es probable llevar a cabo la actividad comercial y productiva con un menor riesgo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En las fuentes de información consultadas para la variable abigeato, se encuentran municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ICA. 2020. Inventario caprinos 2016-2020.
Policía Nacional. Casos de abigeato en zona rural, período 2016 a 2020.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de hurtos y carneo de caprinos en zona rural, ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de caprinos hurtados o muertas en sitio en zona rural, respecto al censo de cada municipio; para este objetivo se construyó el índice de abigeato por cada 1000 animales, de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de abigeato registrados en la zona rural para el período 2016-2020, se realizó la sumatoria de los cinco años.
b. Luego, con base en las series del inventario de animales del ICA, se tomó el dato de la población proyectada para el año 2020, por municipio.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de caprinos hurtados sobre el número promedio de cabezas de la especie y se proyectó como índice por cada 1000 animales.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable, luego de la construcción del índice de abigeato, se dividió la serie en dos grupos: el primero, con los municipios que no registraron el delito, el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de abigeato registrados. A continuación, al primer grupo de municipios, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres (k = 2).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3 y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clústeres que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de eventos de abigeatos por cada 1000 cabras y al grupo restante con el mayor número de delitos por cabras, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud identificados son los siguientes: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito (0); aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 1,471 casos de abigeato por cada 1000 cabras. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 1,471 casos de abigeato rurales por cada 1000 animales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

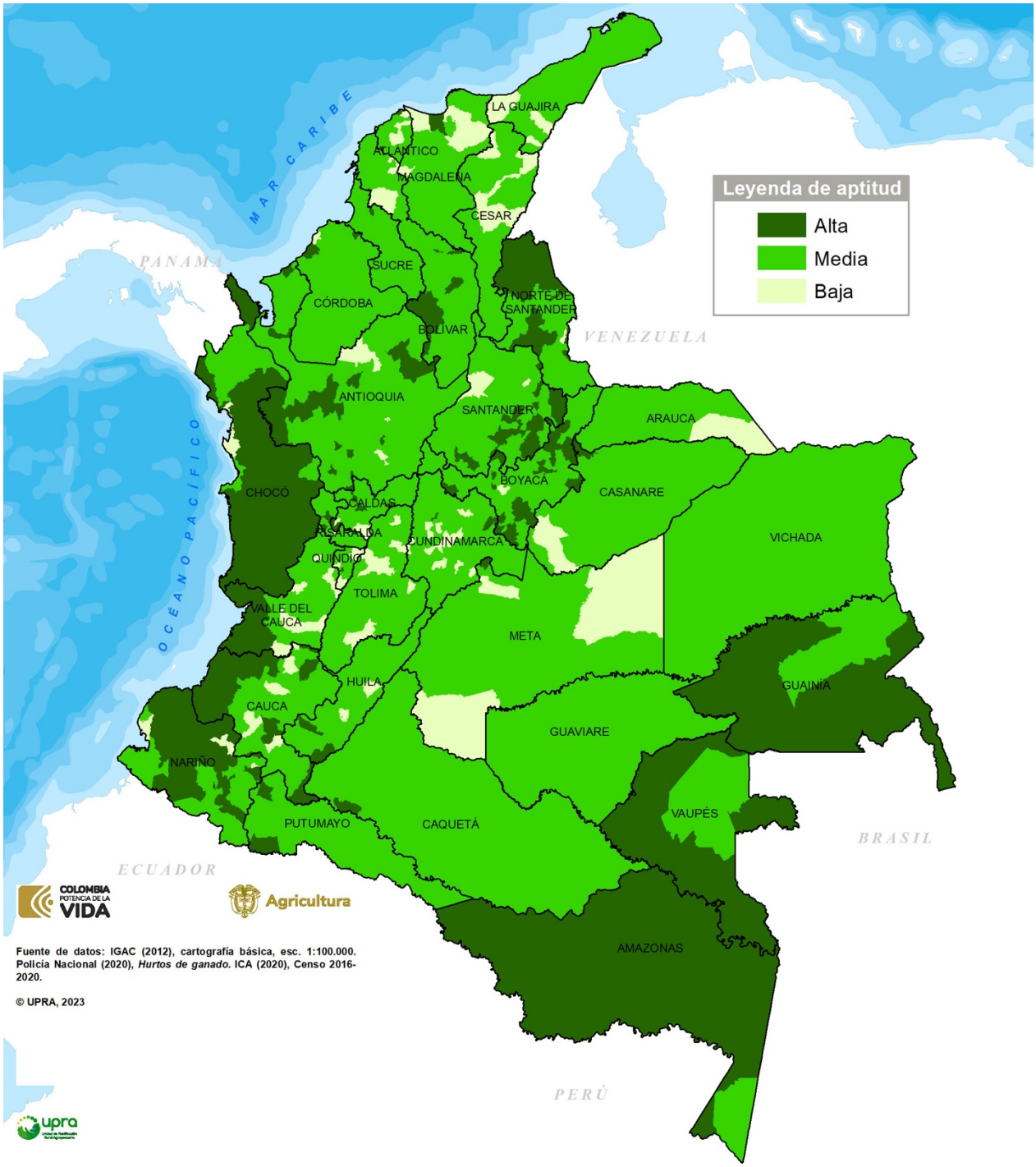
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de abigeato por cada 1000 cabezas de ganado	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 1,471	Media (A2)
> 1,471	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de abigeato por cada 1000 cabezas de ganado

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable abigeato

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- Ley 599 DE 2000 Código Penal Colombiano, artículo 243. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.
- Policía Nacional. (2020). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2016-2020. Bogotá: Policía Nacional.

3.6.2. Variable extorsiones rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL			
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA			
VARIABLE: extorsiones rurales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes		
TIPO DE CRITERIO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídicos con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial y está definido en el código penal como «El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero».

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra la ocurrencia de la actividad extorsiva en un periodo de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su que su importancia ya constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, para tratar de proyectar el comportamiento del delito a nivel municipal.

Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector productor o a tomar las medidas de mitigación respectivas por parte de los productores o posibles inversores.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las fuentes de información consultadas para la variable extorsiones rurales, no cuentan con registros para algunos municipios. Por lo que, bajo el principio de precaución, estos se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018, Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV), Población proyecta para el año 2020.
Policía Nacional 2020. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. 2016 a 2020.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de extorsiones ocurridos en las zonas rurales de cada municipio, a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de extorsiones en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el "*índice de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales*", de la siguiente forma:

a. Se realizó la sumatoria de cinco años, a partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2016-2020.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo CNPV -2018, para el país, se tomó la población por municipio proyectada para el año 2020, la cual se encuentra discriminada entre "cabecera y resto"; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado "resto", asociándola a la población rural para este año.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de extorsiones rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice, se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron extorsiones y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de extorsiones registrados durante este período de análisis.

A continuación, al primer grupo de municipios, se les asignó aptitud alta (A1) y para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos. Para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres (k = 2).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles, se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio uno o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de extorsiones rurales por cada

1000 habitantes rurales y al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito (0). Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,1852 casos de extorsiones rurales por cada mil habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,1852 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

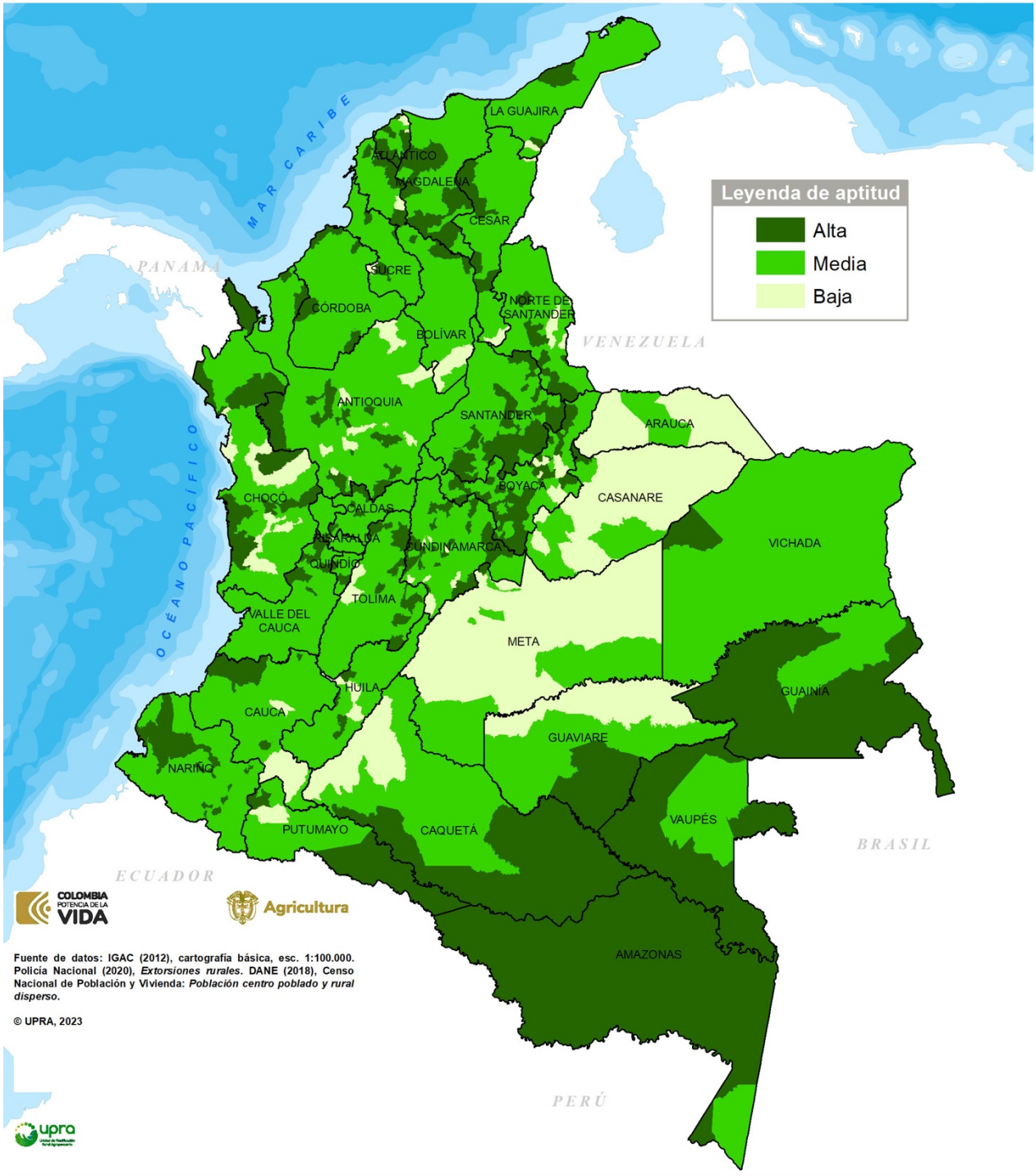
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,1852	Media (A2)
> 0,1852	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable extorsiones rurales

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Código de procedimiento penal. Ley 906 de2004. DANE (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- Código Penal Colombiano. Ley 599 de (2000). Artículo 244. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.
- Policía Nacional (2020) Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2016-2020. Bogotá: Policía Nacional.

3.6.3 Variable secuestros rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: secuestros rurales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).

Esta práctica delictiva y recurrente, tiene como finalidad no solo obtener un provecho económico sino a conducir a un grupo o una persona a ejecutar actos para beneficio del delincuente, por lo tanto, se considera secuestro cuando con fines lucrativos se retiene a una persona o simplemente se le impide su movilización.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La producción en el sector rural, se ha visto especialmente afectada por el conflicto interno, que ha traído consigo toda clase de delitos contra los derechos humanos, entre ellos el secuestro, razón por la cual, la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad y/o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversores ubicada en las zonas de alta posibilidad de amenaza de secuestro, lo cual atenta contra la seguridad y la integridad de la población y la interrupción de las redes sociales y las dinámicas productivas establecidas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las fuentes de información consultadas para la variable secuestros rurales, no cuentan con registros para algunos municipios. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y en consecuencia se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018, Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV), Población proyecta para el año 2020.
Policía Nacional. 2020. Información de secuestros: 2016 a 2020.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de secuestros en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el "*índice de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales*", de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de secuestros registrados en la zona rural para el período 2016-2020, se realizó la sumatoria de los cinco años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda –CNPV -2018, para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2020, la cual se encuentra discriminada entre cabecera y resto; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado resto, asociándola a la población rural para este año.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de secuestros rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron secuestros y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de secuestros registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre

otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres (k = 2).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito (0). Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,0564 casos de secuestros rurales por cada mil habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,0564 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales. Estos resultados se obtienen de los clúster de comparar todos los municipios del país donde se presentó el delito, durante el periodo 2016-2020.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

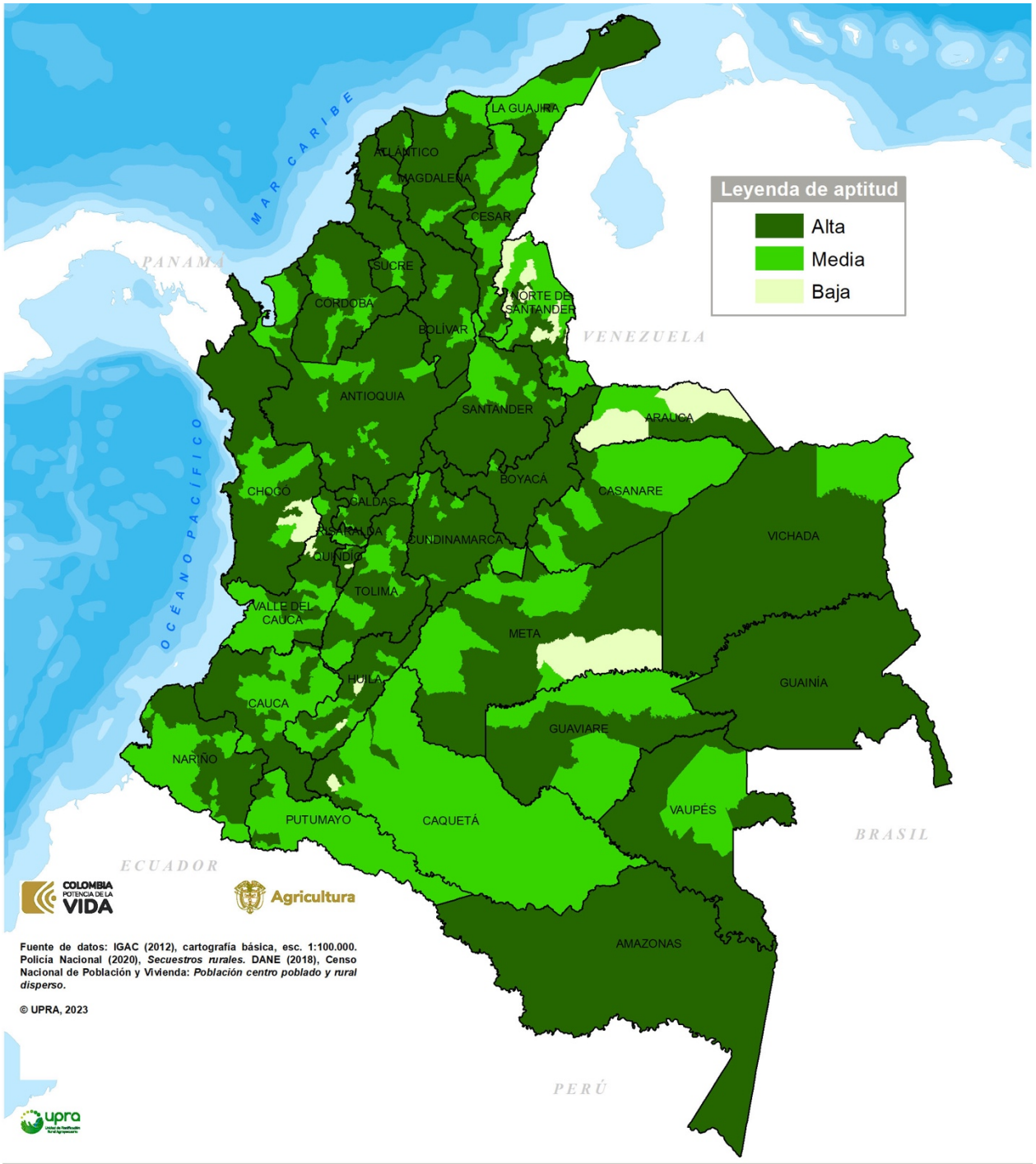
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,0564	Media (A2)
> 0,0564	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable secuestros rurales

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.
- Ley 599 DE 2000. Código Penal Colombiano. Artículo 168. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada”
- Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada”
- Policía Nacional. (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2016-2020. Bogotá: Policía Nacional.

3.6.4 Variable homicidios rurales

<table>
<tr><th colspan="4">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td colspan="2">Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: homicidios rurales</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="4">TIPO DE CRITERIO ASOCIADO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
</table>

DEFINICIÓN

La palabra homicidio deriva del vocablo latino *homicidĭum* y que refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término, por lo tanto, puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se puede definir como «Supresión por conducta del agente (agresor), de una vida humana (tipicidad), sin justificación jurídicamente atendible (antijuridicidad), en forma intencional o dolosa, o con culpa o preterintencional (culpabilidad)».

El homicidio, además de un hecho violento, es un delito que se tipifica en el Código Penal (Ley 599 de 2000) a partir de tres elementos característicos o paradigmas: tipicidad, antijuridicidad y culpabilidad. Existen dos categorías que permiten identificar este delito en cuanto a la conducta punible del agresor: el dolo y la culpa (INMLCF, 2013).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra la ocurrencia de esta actividad violenta en un periodo de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su importancia, ya que constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversionistas, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.

Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector productivo caprino o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde los productores o posibles inversionistas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta limites que se califiquen como zonas no aptas (N1)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las fuentes de información consultadas para la variable homicidios rurales, no se cuenta con registros para algunos municipios. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018, Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV), Población proyecta para el año 2020.
Policía Nacional. 2020. Casos de homicidios en zona rural 2016 a 2020.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de homicidios en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de homicidios en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el "índice de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales", de la siguiente forma:

A. A partir de las series históricas del número de homicidios registrados en la zona rural para el período 2016-2020 se realizó la sumatoria de los cinco años.
B. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda –CNPV -2018, para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2020, la cual se encuentra discriminada entre "cabecera y resto"; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado "resto", asociándola a la población rural para este año.
C. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de homicidios rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de homicidios por cada 1000 habitantes, se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron homicidio y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de homicidios registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres (k = 2).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito (0). Aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,5652 casos de homicidios rurales por cada mil habitantes rurales. Aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,5652 casos de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

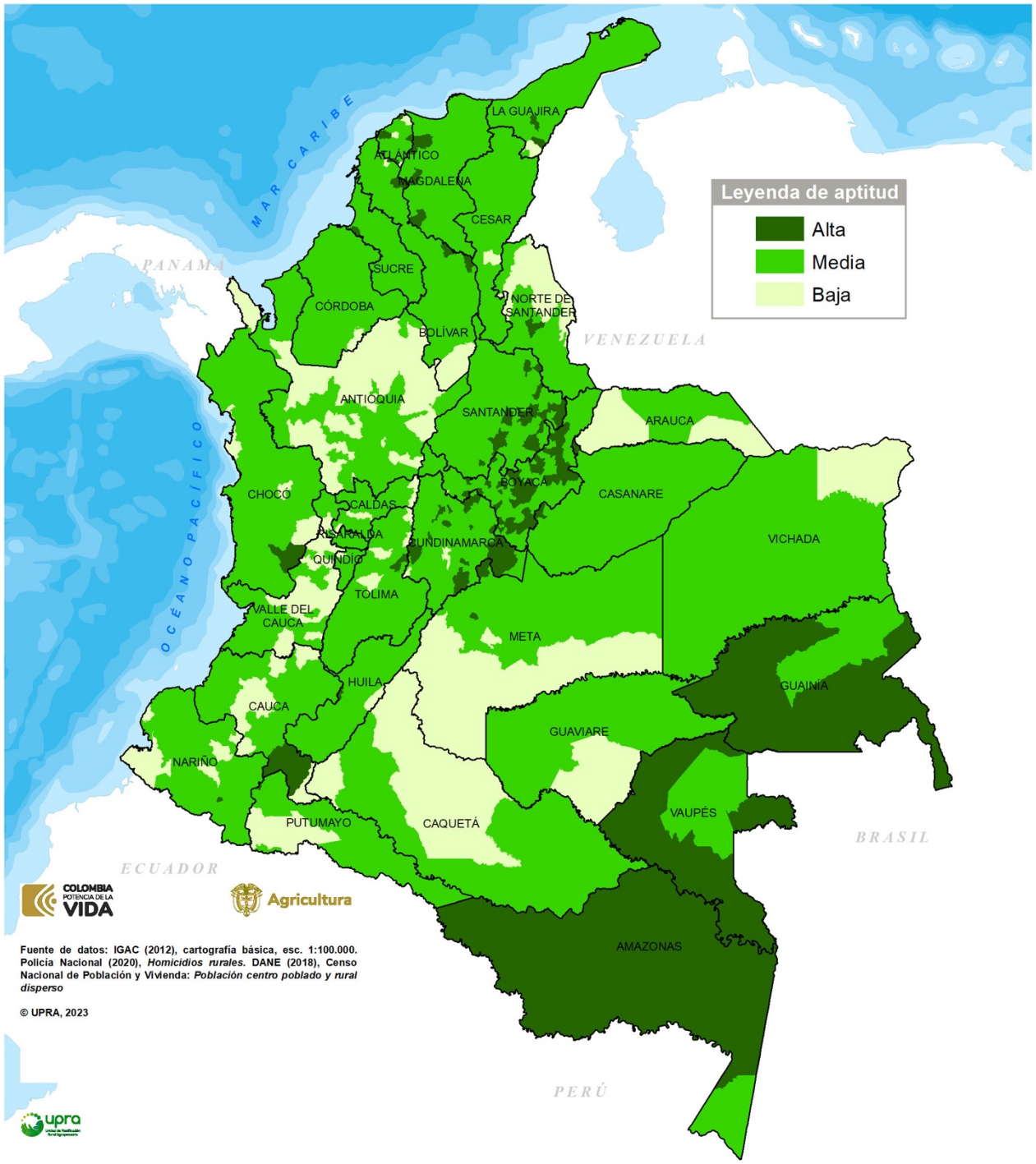
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,5652	Media (A2)
> 0,5652	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable homicidios rurales

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- INMLCF. Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal
- _. Comportamiento del Homicidio en Colombia 2013.
- Ley 599 de (2000). Artículo 103. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.
- Policía Nacional. (2020). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2016-2020. Bogotá: Policía Nacional.

3.7 Criterio condiciones de vida

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: condiciones de vida		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
• Trabajo, expresado como porcentaje de hogares con privaciones (%). • Salud, expresada como porcentaje de hogares con privaciones (%). • Condiciones de la niñez y la juventud, expresada como porcentaje de hogares con privaciones (%). • Condiciones educativas del hogar, expresada como porcentaje de hogares con privaciones (%). • Condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos, expresada como porcentaje de hogares con privaciones (%).		

DEFINICIÓN

Mide el grado de privación de los hogares, rurales en un conjunto de dimensiones medidas a partir de indicadores a nivel municipal que permiten determinar la naturaleza de la privación y la intensidad y profundidad de esta. Esta aproximación permite observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria y enfocándose en los hogares rurales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Muestra las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo y la probabilidad de productores de acceder a certificaciones de buenas prácticas. Aquellos municipios con menos hogares en situación de privación en cada dimensión cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades productivas, y para acceder a certificaciones que le otorguen mayor competitividad

La calidad de vida de población rural influye poderosamente en el desarrollo de sus capacidades como seres humanos y en la posibilidad de integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menos hogares en situación de privación en cada una de las dimensiones

analizadas cuentan con poblaciones más aptas para participar funcionalmente en las dinámicas productivas y por lo tanto requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

La cantidad de hogares en situación de privación multidimensional es inversa a la aptitud del municipio. Municipios con mayores niveles de hogares en situación de privación multidimensional (condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, salud, trabajo, acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda) reflejan una menor competitividad socioeconómica para la ubicación de nuevos procesos productivos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No se evalúa la pobreza multidimensional rural sino las tasas de privación por cada dimensión con fuente censal 2018. Dicha estimación aproximada utiliza fuentes instrumentales para 2 de los 15 indicadores utilizados. Concretamente en el indicador empleo informal se utiliza información del registro de la PILA dado que el Censo Nacional de Población y Vivienda no conto con información de afiliación a pensiones. Por otra parte, en el indicador “Sin aseguramiento en Salud” se utilizó la información de registros administrativos de la Base Unida de Afiliados y el DEX para entidades del régimen de excepción y especial.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de la variable asociada no se presenta ningún límite que permita calificar una zona como no apta (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la “Medida de pobreza Multidimensional municipal con información censal” que permite avanzar en la medición de la pobreza municipal mediante un índice evolucionado y complementario a las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Este insumo se aproxima al estado de la pobreza municipal y sus múltiples dimensiones, por medio de comparaciones entre municipios. La principal virtud de esta información en el contexto de la zonificación es que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

2. Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde

se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de Calidad de Vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por (Oxford Poverty and Human Development Iniciative). En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE, y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

Los 15 indicadores utilizados en la estimación de todas las variables del criterio son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se separa la información de privaciones a nivel municipal y se selecciona lo referente al área de centros poblado y rural disperso. Se agrupan los indicadores por las 5 dimensiones a las que pertenecen.

Se calculan los agrupamientos multivariados entre los indicadores de cada dimensión de análisis agrupadas en cada variable que pertenecen al criterio.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Trabajo	Salud	Condiciones de la niñez y juventud	Vivienda y servicios públicos	Condiciones educativas del hogar
Condiciones de vida	Trabajo	**1**				
	Salud	**1/3**	**1**			
	Condiciones de la niñez y juventud	**1/3**	**1/3**	**1**		
	Vivienda y servicios públicos	**1/5**	**1/3**	**1/3**	**1**	
	Condiciones educativas del hogar	**1/5**	**1/5**	**1/3**	**1/3**	**1**

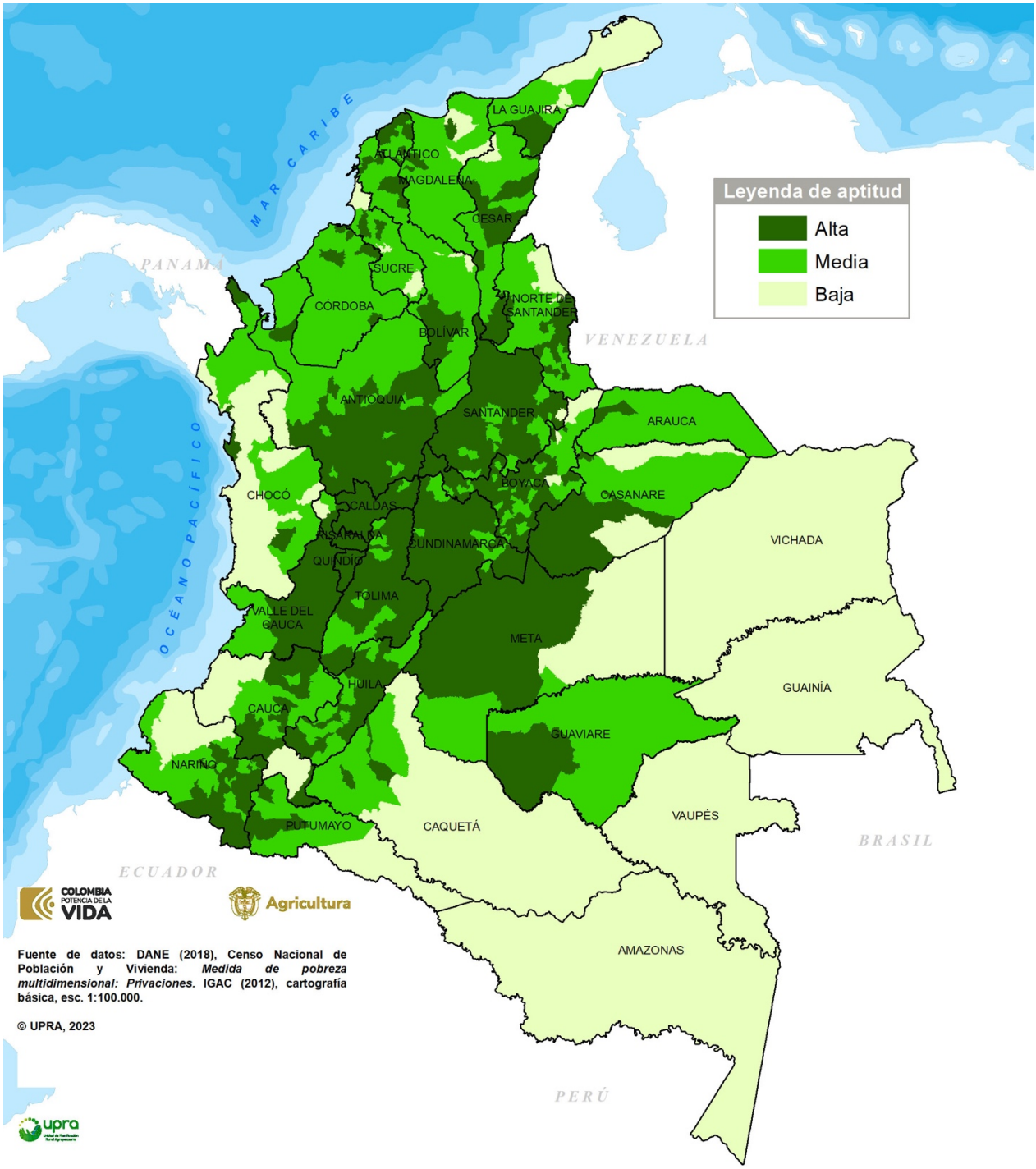
La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual importancia	Más importante			

Teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Condiciones de vida	Trabajo	44,8
	Salud	26,1
	Condiciones de la niñez y juventud	15,2
	Condiciones de la vivienda y acceso a servicios púbicos	8,8
	Condiciones educativas del hogar	5,1
TOTAL PONDERACIÓN		**100,0%**

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2020) Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.
- DANE (2020) Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.1 Variable trabajo

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: condiciones de vida		
VARIABLE: trabajo	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de trabajo informal y tasa de dependencia. El indicador de empleo informal considera privado un hogar cuando al menos una persona económicamente activa está ocupada y no cotiza a fondo de pensiones, mientras que el indicador de tasa de dependencia económica considera privado a un hogar cuando el número de personas por miembro ocupado es igual o mayor a 3.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con el trabajo de los hogares es menos generalizada y en donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo. Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones de trabajo (que reflejan mejores tasas de tasa de dependencia y empleo informal) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con eso se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad.

Municipios con mayores niveles de porcentaje de hogares en situación de privación en relacionadas con el trabajo, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en el trabajo se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la "Medida de pobreza Multidimensional municipal con información censal" que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se toman los indicadores de empleo informal y tasa de dependencia para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden especifico puesto que no necesariamente los municipios que tienen un alto nivel de privación por empleo informal corresponden a municipios con altos niveles de privación por tasa de dependencia.

2. Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de Mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de Calidad de Vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por (Oxford Poverty and Human Development Iniciative). En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza

multidimensional oficial del DANE, y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 61,4 % a 100 % para el empleo informal y 13,3 % a 97,7 % para tasa de dependencia, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determina el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1.5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5% de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias (Ver Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general Pag 55 - 63). El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.

2. Se divide en 3 grupos el total de datos disponibles y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 3 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

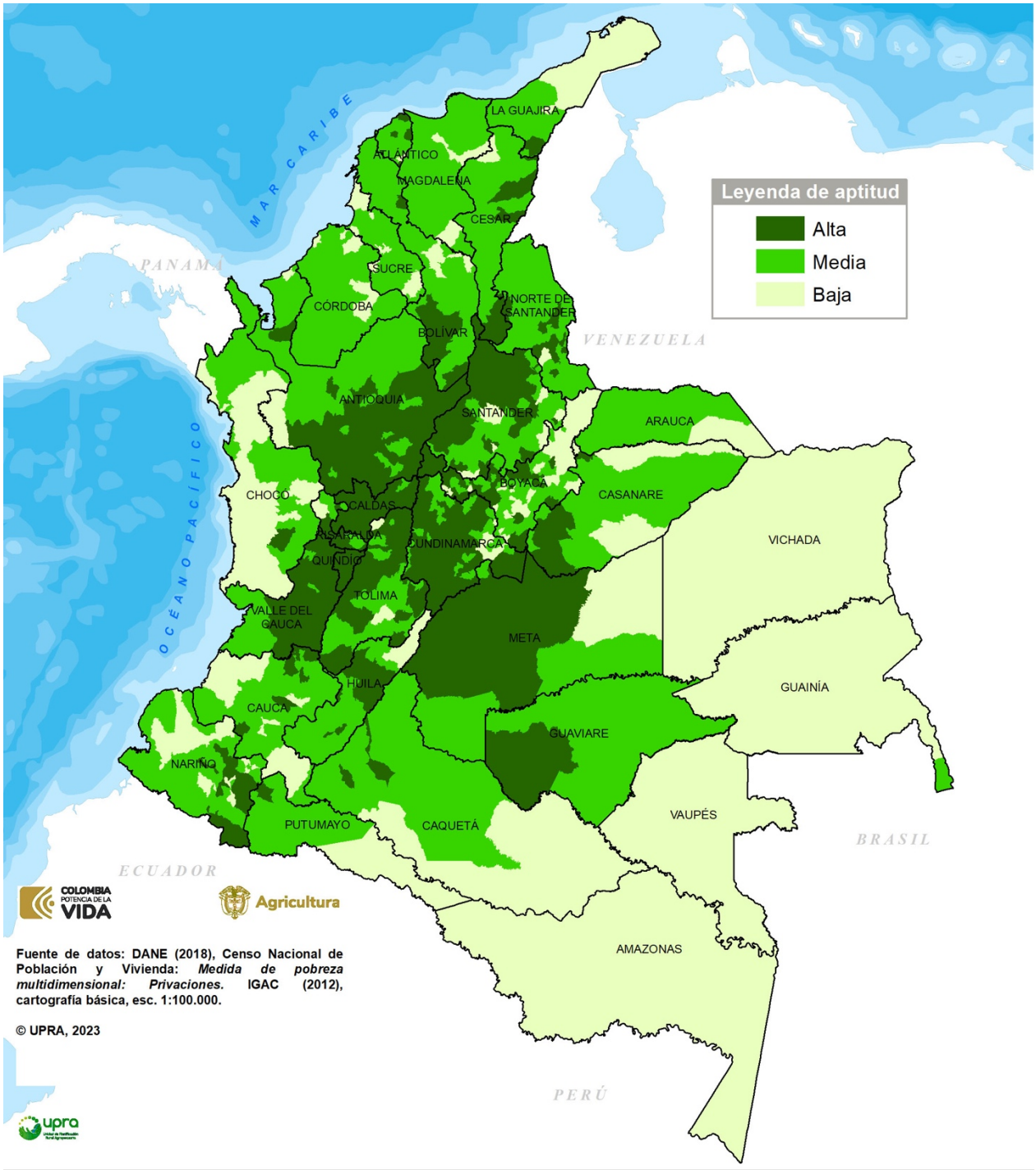
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en % de hogares con privaciones.

Aptitud	Trabajo informal	Tasa de dependencia
Alta (A1)	85,3	30,3
Media (A2)	92,6	45,3
Baja (A2)	94,7	69,1

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje (%)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable trabajo

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020) Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.
- DANE. (2020) Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.2 Variable salud

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: condiciones de vida		
VARIABLE: salud	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de sin aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios de salud.

El indicador de sin aseguramiento en salud considera privado un hogar cuando al menos uno de sus integrantes mayores de 5 años no cuenta con aseguramiento a seguridad social en salud, mientras que el indicador de barreras de acceso a servicios de salud considera privado a un hogar cuando al menos una persona que tuvo un problema de salud que no requiere hospitalización no accedió al servicio institucional de salud en los últimos 30 días.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la salud de los hogares es menos generalizada y en donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo. Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en su salud (que reflejan mejores tasas de aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios de salud) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con eso se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad.

Municipios con mayores niveles de porcentaje de hogares en situación de privación en los servicios de salud, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en salud se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la "Medida de pobreza Multidimensional municipal con información censal" que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se toman los indicadores de aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios de salud para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden especifico puesto que no necesariamente los municipios que tienen una alta privación en aseguramiento en salud corresponden a municipios con altos niveles de barreras de acceso a los servicios de salud.

2. Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de Calidad de Vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible desagregación geográfica de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por (Oxford Poverty and Human Development Iniciative). En ese sentido la medida de pobreza

multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE, y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,1 % a 44,2 % para barreras de acceso a servicios de salud y 3,4 % a 68,7 % para sin aseguramiento en salud, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determina el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1.5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias (Ver Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general Pag 55 - 63). El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.

2. Se divide en 3 grupos el total de datos disponibles y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 3 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

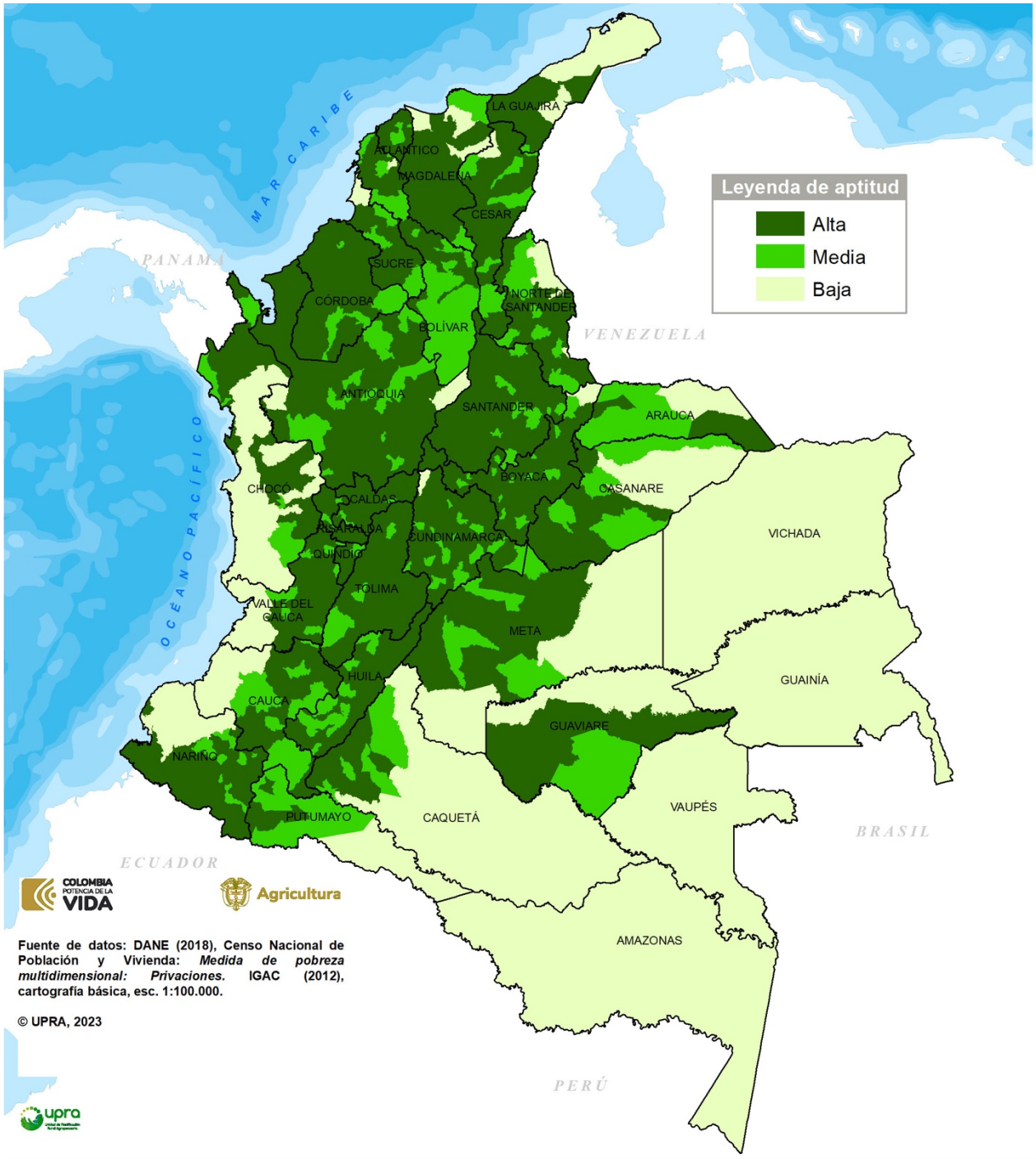
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en % de hogares con privaciones.

Aptitud*	Barreras de acceso a servicios	Sin aseguramiento en salud
Alta (A1)	3,3	12,7
Media (A2)	13,5	13,4
Baja (A3)	6,6	33,0

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje (%)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable salud

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020) Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.
- DANE. (2020) Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.3 Variable condiciones de la niñez y la juventud

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: condiciones de vida		
VARIABLE: condiciones de la niñez y la juventud	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil.

El indicador de inasistencia escolar considera privado un hogar cuando al menos un niño niña o adolescente entre 6 y 16 años no asiste al colegio. El indicador de rezago escolar considera privado un hogar cuando al menos un niño, niña o adolescente entre 7 y 17 años tiene 2 o 3 años más, que el promedio de edad esperado para cursar un determinado grado. El indicador de barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia considera privado un hogar, cuando al menos un niño está sin acceso a servicios de salud o pasa la mayor parte del tiempo con su padre o madre en el trabajo, en casa solo, o al cuidado de un pariente menor de 18 años. El indicador de trabajo infantil considera un hogar privado cuando al menos un niño, niña o adolescente entre 12 y 17 años se encuentra ocupado.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con las condiciones de la niñez y la juventud de los hogares es menos generalizada y en donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo. Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en las condiciones de la niñez y la juventud (con menores privaciones en inasistencia y rezago escolar, barreras para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con eso se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad.

Municipios con mayores niveles de porcentaje de hogares en situación de privación en las condiciones de la niñez y la juventud, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en las condiciones de la niñez y la juventud se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la “Medida de pobreza Multidimensional municipal con información censal” que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se toman los indicadores de inasistencia y rezago escolar, barreras para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden especifico puesto que, por ejemplo, no necesariamente los municipios que tienen un alto nivel de privaciones por inasistencia escolar corresponden a municipios con altos niveles de rezago escolar.

2. Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de Calidad de Vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por (Oxford Poverty and Human Development Iniciative). En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE, y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,3 % a 34,6 % para las barreras de acceso a servicios de cuidado para la primera infancia, entre 0,1 % y 12,7 % para el trabajo infantil, entre 0,7 % y 42,8 % para inasistencia escolar, y entre 4,9 % y 62,1 % para rezago escolar, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determina el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1.5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5% de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias (ver Metodología de

evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general Pag 55 - 63). El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. Se divide en 3 grupos el total de datos disponibles y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 3 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

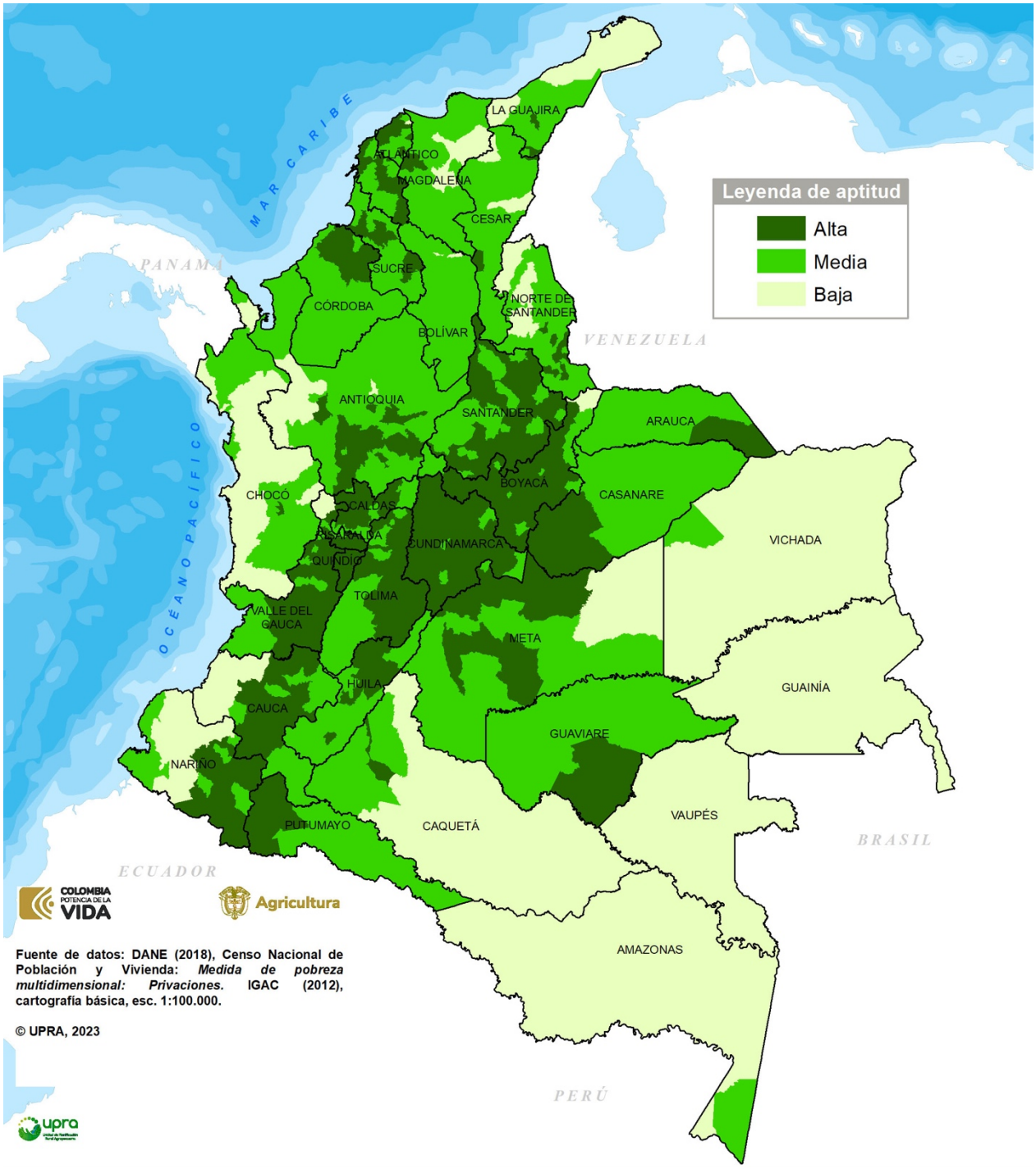
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en % de hogares con privaciones.

Aptitud*	Barreras de acceso al cuidado	Trabajo infantil	Inasistencia escolar	Rezago escolar
Alta (A1)	1,7	1,7	4,2	15,7
Media (A2)	3,3	3,2	8,0	26,3
Baja (a3)	13,0	3,5	16,4	42,5

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje (%)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable condiciones en niñez y juventud

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2020) Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.
- DANE (2020) Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.4 Variable condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: condiciones de vida		
VARIABLE: condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de hacinamiento crítico, pisos y paredes exteriores inadecuadas, inadecuada eliminación de excretas y sin acceso a fuentes de agua mejorada.

El indicador de hacinamiento crítico considera privado un hogar cuando hay más de 3 personas por cuarto en la vivienda. El indicador de paredes exteriores inadecuadas considera privado a un hogar si el material es guadua, caña, otro vegetal, zinc, tela, cartón, desechos o no tiene paredes. El indicador de pisos inadecuados considera privados a los hogares que tienen pisos en tierra. El indicador de inadecuada eliminación de excretas considera privado a un hogar si tiene inodoro sin conexión, letrina, bajamar o no tiene servicio sanitario. El indicador de acceso a servicio de agua mejorada considera un hogar privado cuando obtiene el agua para preparar los alimentos de pozo sin bomba, agua lluvia, rio, manantial, carro tanque, aguatero, agua embotellada o en bolsa.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios de los hogares es menos generalizada y en donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo. Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios (que reflejan mejores tasas de hacinamiento crítico, pisos y paredes exteriores inadecuadas, inadecuada eliminación de excretas y sin acceso a fuentes de agua mejorada) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con eso se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad.

Municipios con mayores niveles de porcentaje de hogares en situación de privación en la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la “Medida de pobreza Multidimensional municipal con información censal” que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se toman los indicadores de hacinamiento crítico, pisos y paredes exteriores inadecuadas, inadecuada eliminación de excretas y sin acceso a fuentes de agua mejorada para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden específico.

2. Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de Calidad de Vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por (Oxford Poverty and Human Development Iniciative). En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE, y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,4 % a 58,1 % para el hacinamiento crítico, 0,5 a 97,6 % para inadecuada eliminación excretas, 0,1 % a 75,7 % para material inadecuado en paredes exteriores, 0,1 % a 92,1 % para material inadecuado de pisos y 0,4 % a 97,1 % para sin acceso a fuentes de agua mejorada, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determina el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1.5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias (ver Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general Pag 55 - 63). El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. Se divide en 3 grupos el total de datos disponibles y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 3 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

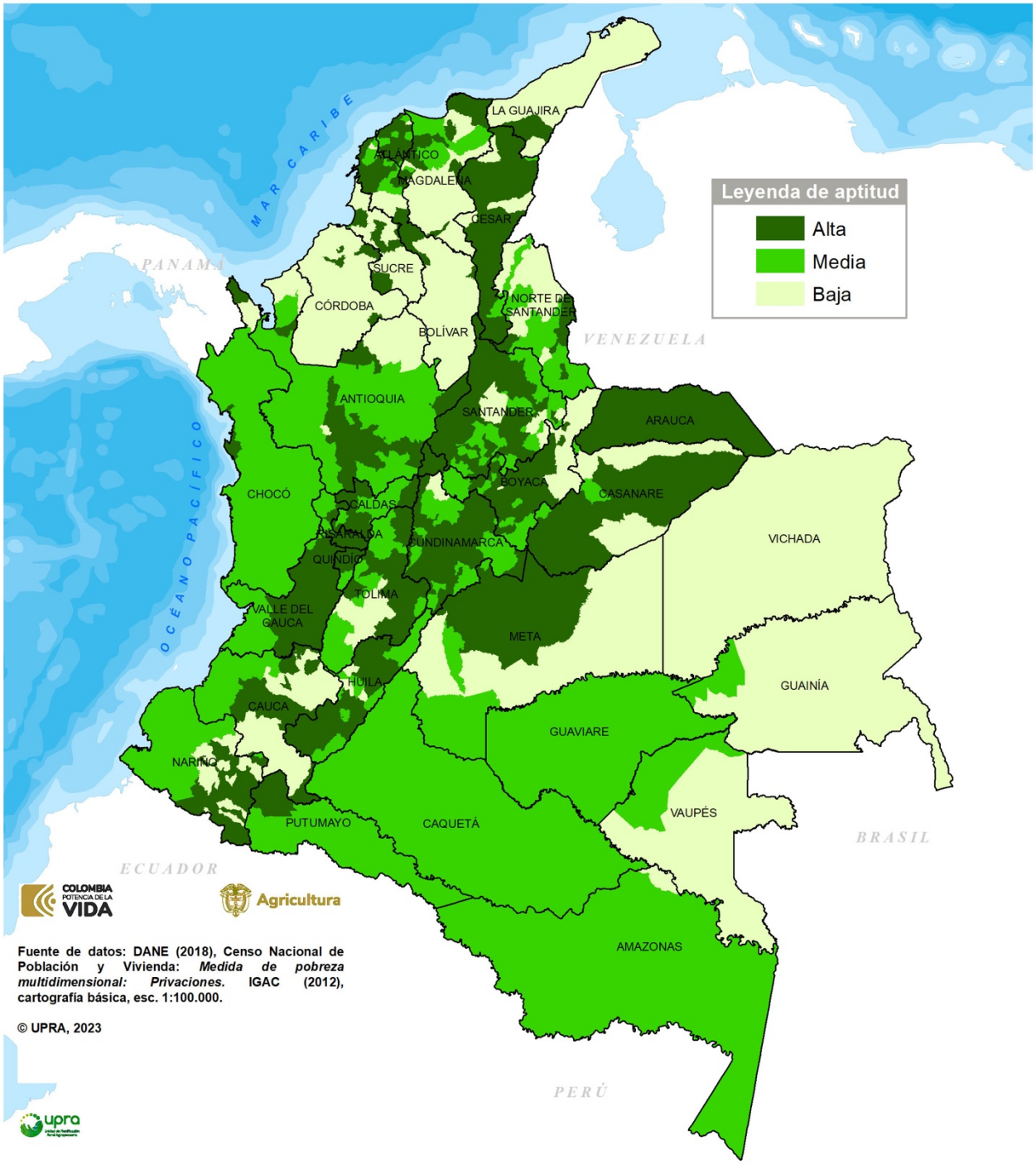
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en % de hogares con privaciones

Aptitud*	Hacinamiento critico	Inadecuada eliminación de excretas	Inadecuado material de paredes exteriores	Inadecuado material de pisos	Sin acceso a fuentes de agua mejorada
Alta (A1)	6,7	16,3	2,8	13,7	22,7
Media (A2)	9,0	41,0	3,0	14,7	67,4
Baja (A3)	16,7	46,3	8,8	58,3	51,2

Unidad de análisis

Porcentaje (%)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable condiciones en vivienda y servicios públicos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020) Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.

- DANE. (2020) Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.5 Variable condiciones educativas del hogar

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: socioeconómico	**SUBCOMPONENTE:** social	
CRITERIO ASOCIADO: condiciones de vida		
VARIABLE: condiciones educativas del hogar	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde al promedio de los porcentajes de hogares, de los centros poblados y rurales dispersos, de municipios con privaciones combinadas en los indicadores de analfabetismo y bajo logro educativo.

El indicador de analfabetismo considera privado un hogar cuando al menos uno de sus integrantes de 15 años o más, no sabe leer o escribir, mientras que el indicador de bajo logro educativo considera privado a un hogar cuando el promedio de escolaridad de los integrantes de 15 años o más es menor a 9 años.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar aquellos territorios rurales en donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la educación de los hogares es menos generalizada y en donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo. Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones educativas (que reflejan mejores tasas de alfabetismo y bajo logro educativo) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con eso se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad.

Municipios con mayores niveles de porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones educativas, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en condiciones educativas se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la "Medida de pobreza Multidimensional municipal con información censal" que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se toman los indicadores de analfabetismo y bajo logro educativo para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden especifico puesto que no necesariamente los municipios que tienen un alto analfabetismo corresponden a municipios con altos niveles de bajo logro educativo.

2. Precisiones de la información.

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de Calidad de Vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible desagregación geográfica de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por (Oxford Poverty and Human Development Iniciative). En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza

multidimensional oficial del DANE, y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 2,4 % a 57,7 % para el analfabetismo y 27,4 % a 96,7 % para bajo logro educativo, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determina el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1.5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5% de datos atípicos la decisión es utilizar el método de k-medias (ver Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general Pag 55 - 63). El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a k que a j. El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. Se divide en 3 grupos el total de datos disponibles y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable

objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.

3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 3 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

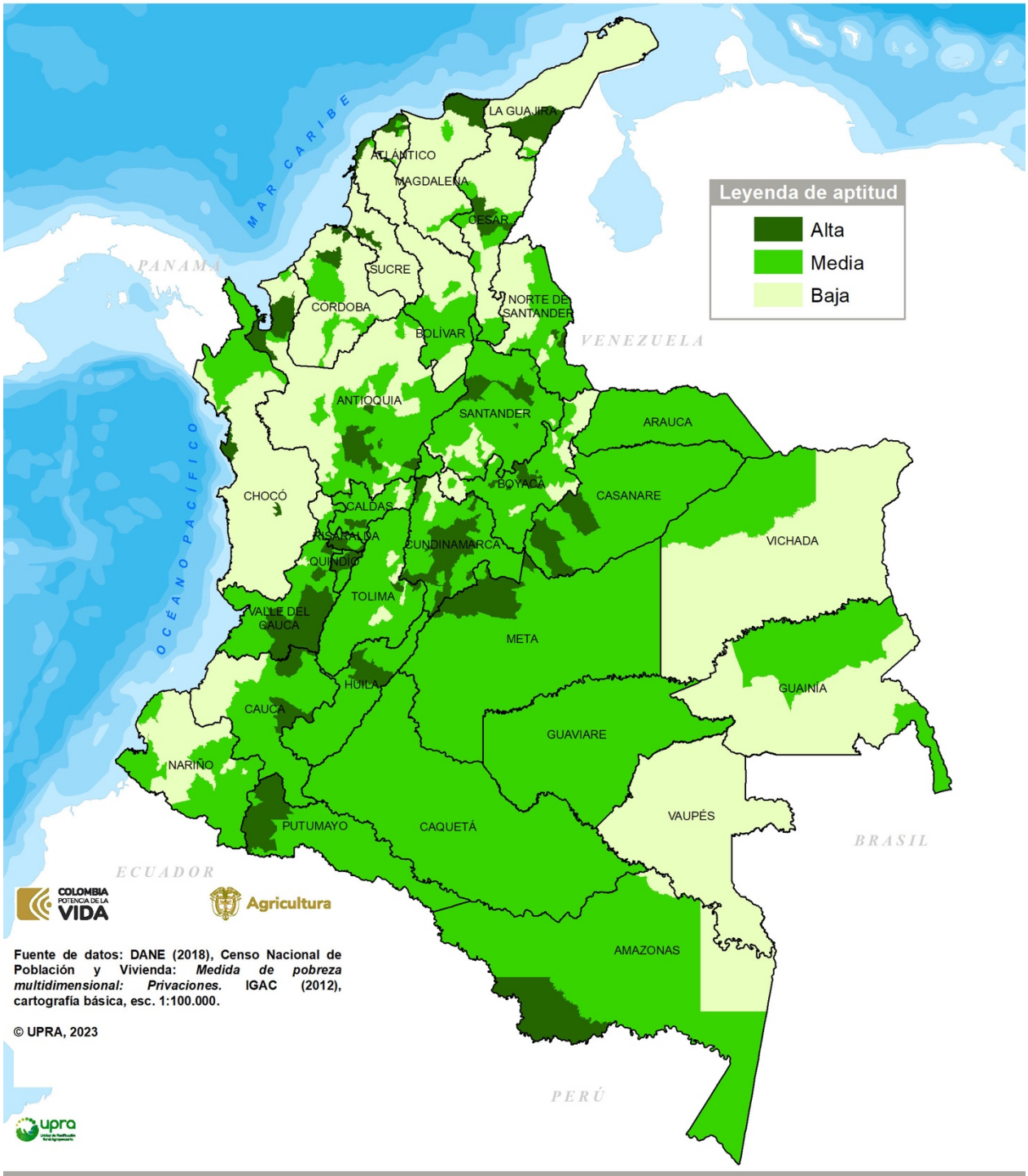
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en % de hogares con privaciones.

Aptitud	Analfabetismo	Bajo logro educativo
Alta (A1)	12,2	59,8
Media (A2)	18,5	81,6
Baja (A3)	33,7	82,9

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje (%)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable condiciones educativas del hogar

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.
- DANE. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Disponible en: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/medida-de-pobreza-multidimensional-de-fuente-censal
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales

4.1 Criterio exclusiones legales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: EXCLUSIONES LEGALES</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO</td><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Ecosistemas estratégicos: corresponde a los polígonos de páramos.

Áreas protegidas: corresponde a los polígonos de áreas del sistema de parques nacionales naturales, polígonos de parques naturales regionales y polígonos de reservas forestales protectoras, otras áreas protegidas locales y polígonos de zonas de preservación y recuperación para la preservación del Área de Manejo Especial de La Macarena (AMEM).

Otras áreas protegidas locales: de conformidad con el plan básico de ordenamiento territorial (PBOT) del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.

Áreas urbanas: áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018).

Parques arqueológicos: son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH); ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico (PMA) cuenta con el apoyo de</td></tr>
</table>

entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

Planes de ordenación forestal: corresponden a los polígonos identificados con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras; las áreas para la preservación; las áreas forestales de protección para la preservación y restauración; las áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico; y las macrounidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua. Por su parte, la restauración ecológica de rondas y para la conservación se relacionan con los planes de ordenación forestal (POF) de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena(CAM); la Corporación Autónoma Regional del canal del Dique (CARDIQUE); la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA) para la cuenca del río Planas y la cuenca del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta; la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA); la Corporación Autónoma Regional del Guavio (CORPOGUAVIO); y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA).

Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.a de 1959, tipo A: corresponde a los polígonos identificados como zonas tipo A de las zonas de Reserva Forestal Nacional.

DEFINICIÓN

Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM), otras áreas protegidas locales, áreas urbanas (ciudades capitales y centros poblados), parques arqueológicos y reservas forestales nacionales, tipo A.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar actividad productiva agrícola o pecuaria, dados los mandatos legales vigentes.

Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

Ecosistemas estratégicos (páramos): el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y

que van en detrimento de estos. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente». La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).

La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.

De acuerdo con la Resolución del MADS 886 de 2018, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación a las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 al interior de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), La Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. Este incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Parques naturales regionales: de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Reservas forestales protectoras: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Otras áreas protegidas locales: de conformidad con el Plan básico de ordenamiento territorial del (PBOT) municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 metros, rondas principales buffer de 100 metros, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua, y microcuencas que surten acueductos.

Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: según el Decreto 1989 de 1989 "Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales", entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM: Las zonas identificadas como exclusiones son: a) Recuperación para la preservación sur, b) Recuperación para la preservación norte, c) vertiente oriental y d) Serranía de La Lindosa. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:

DMI Macarena Norte
Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración.

DMI Losada-Perdido
Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Áreas urbanas: áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018).

- Cabecera municipal: área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

- Centro poblado: concentración mínima de 20 viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área "resto municipal" o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.

Parques arqueológicos: los Parques Arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del ICANH, ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2 de 1959, zonas tipo A: las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.a de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el Minambiente en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las zonas tipo A, son "las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica".

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Cada uno de los factores evaluados, presenta limitantes por sus características y elementos particulares, que imposibilitan generalizar este aspecto.

En lo referente a los ecosistemas estratégicos, las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el Minambiente con el IAVH.

Respecto a las áreas protegidas la principal limitante se refiere a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, una parte de estas áreas será elevada a la categoría área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas.

No se contemplan los Parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen que de espacialización cartográfica por parte del ICANH. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud, no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

Las resoluciones que zonifican las ZRFN establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, por lo tanto, la información que proviene de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

No aplica.

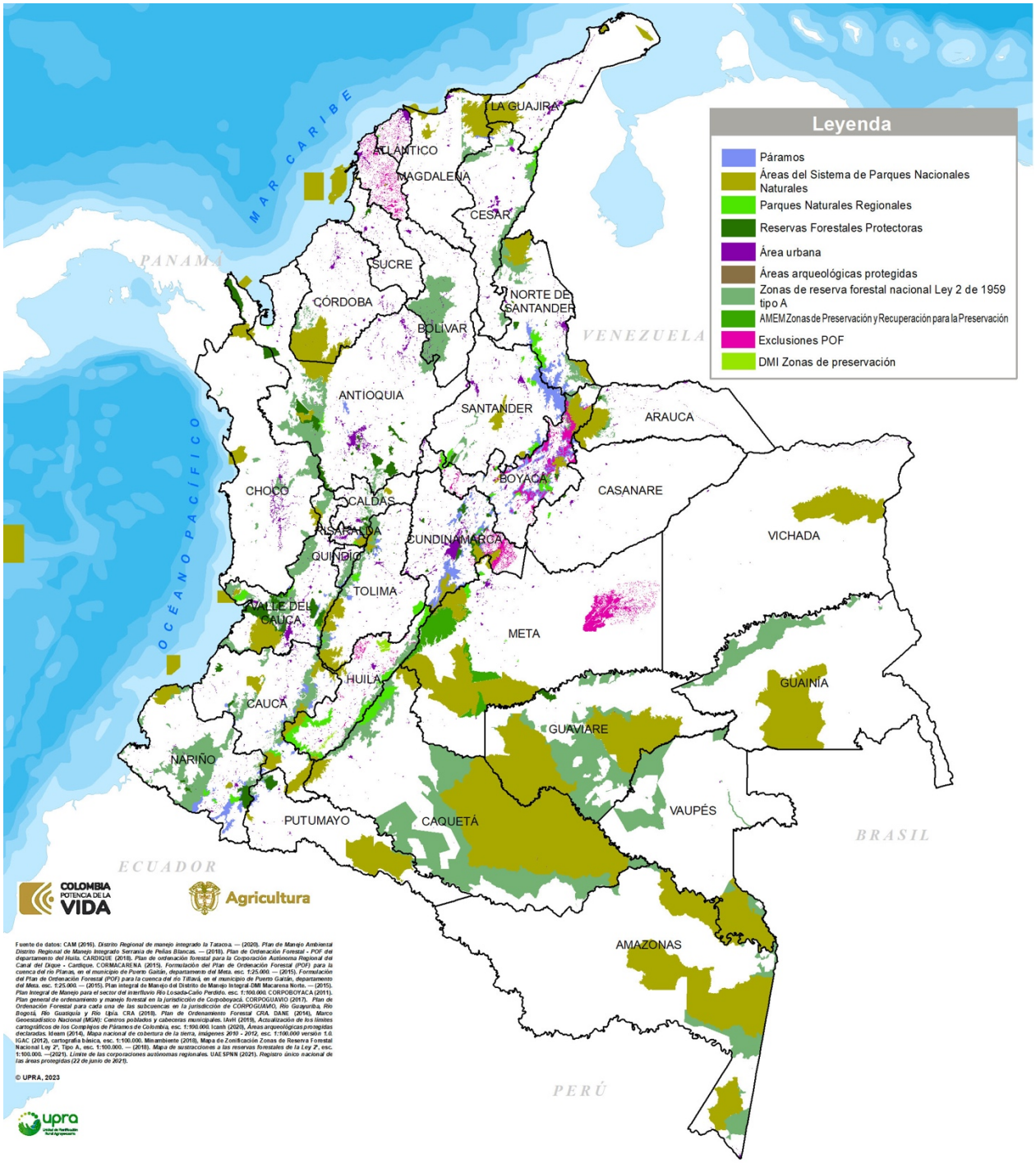
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

De forma general, la metodología de evaluación se fundamenta en un análisis profundo de las normas vigentes. Para generar la información espacial, se parte de las capas oficiales que contienen la información actualizada de las áreas de páramo, las áreas protegidas, otras áreas protegidas, los parques arqueológicos, las áreas urbanas y las zonas de reserva forestal nacional tipo A. Una vez identificadas las variables presentes en la zona de estudio, se genera un mapa que identifique las variables evaluadas, la cuales serán sujeto de exclusión.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplica, por tratarse de una exclusión legal.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



EXCLUSIONES LEGALES

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.
Cormacarena. (2015). Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).
- DANE. (2014). Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales. Bogotá: DANE.
- IAVH. (2019). Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000
- ICANH. (2019). Parques arqueológicos. Bogotá: ICANH.
- Ideam (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6.
- _. (2019). Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.

4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ecosistemas estratégicos (páramos)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).

La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

El Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente». La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).

La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su pervivencia.

De acuerdo con la Resolución MADS 886 de 2018, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 en estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud para la producción de caprinos en pastoreo, los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no solo son áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

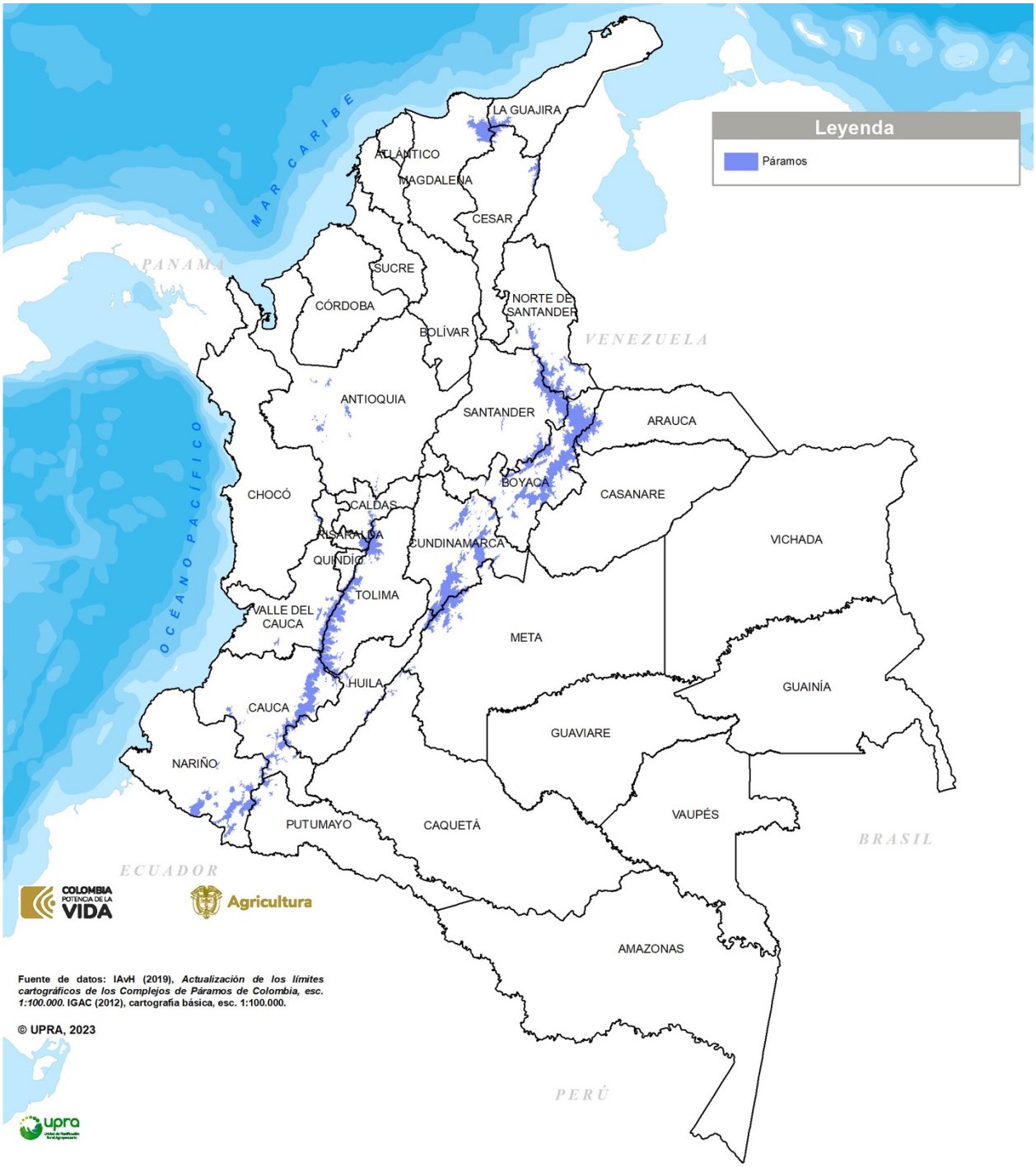
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN

Las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el Minambiente con el IAVH.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos de páramos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



EXCLUSIONES LEGALES
Variable ecosistemas estratégicos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2019). Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000. Bogotá: IAVH.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Bogotá: IGAC.

4.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: áreas protegidas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y están integradas por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. El Sinap incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Parques Naturales Regionales: de conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera como espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen la estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Reservas Forestales Protectoras: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como espacios geográficos en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Zonas de preservación y restauración para la preservación del ÁMEN: según el Decreto 1989 de 1989 “Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEN), la Reserva Sierra

de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales", entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM: Las zonas identificadas como exclusiones son: a) Recuperación para la preservación sur, b) Recuperación para la preservación norte, c) Vertiente oriental y d) Serranía de La Lindosa. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:

Distrito de manejo integrado (DMI) Macarena Norte:
Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración.

DMI Losada-Perdido:
Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud para la producción de caprinos en pastoreo, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

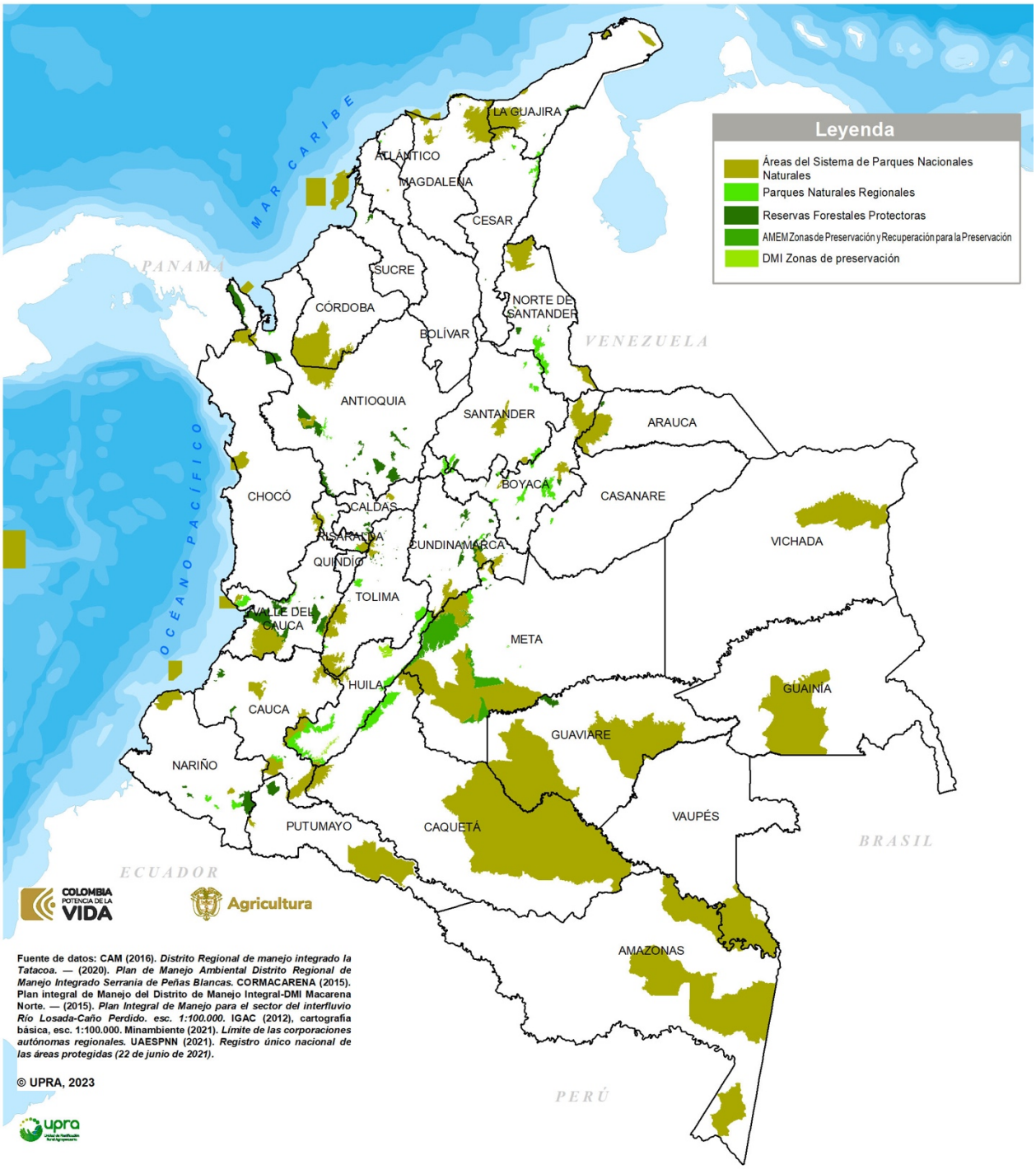
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Naturales Regionales y polígonos de las Reservas Forestales Protectoras.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas protegidas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cormacarena. (2015). Distritos de manejo integrado –DMI. Área de manejo especial La Macarena -AMEM.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6. Bogotá: PNN.
- _. (2019). Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.

4.1.3. Variable áreas urbanas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: áreas urbanas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018), por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas.

Cabecera municipal: área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

Centro poblado: concentración mínima de 20 viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área resto municipal o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Establece la posibilidad de identificar las áreas que, por ser destinadas a usos urbanos, no son aptas para el establecimiento y desarrollo de actividades productivas agropecuarias, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 388 de 1997.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de una exclusión legal

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La escala cartográfica para el tratamiento de los datos es 1:100.000, por lo que se recomienda consultar las clases y categorías de usos del suelo establecidas en los Planes de Ordenamiento Territorial por los municipios, previo al desarrollo de la actividad productiva.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información.

DANE. 2014. Marco Geoestadístico Nacional. Cabeceras municipales y centros poblados.
Ideam. 2012. Mapa nacional de cobertura de la tierra.
IGAC. 2012. Cartografía básica.

Precisiones de la información.

La información del DANE corresponde a las clases 1 (urbano) y 2 (centro poblado) de la posición 6 del código del Marco Geoestadístico Nacional como se muestra a continuación:
Conformación del código del Marco Geoestadístico Nacional



Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2018).

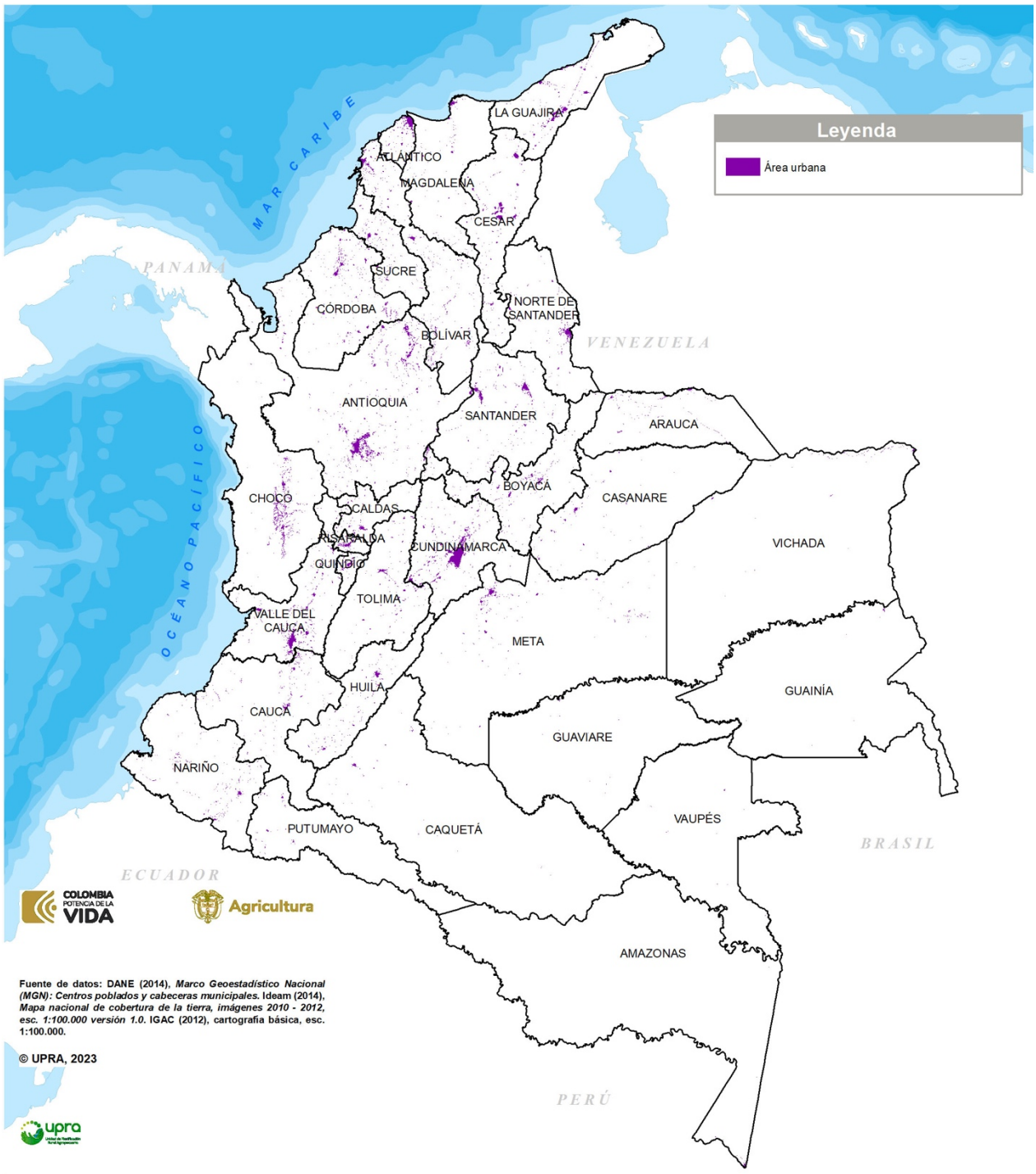
Los datos tomados del mapa de coberturas del Ideam corresponden a los polígonos clasificados como territorios artificializados.

En Colombia existen 1112 áreas urbanas que corresponden a cabeceras municipales, áreas metropolitanas o centros poblados. De este grupo 145 tienen una extensión igual o inferior a las 25 ha, es decir que a la escala cartográfica de trabajo no son visibles.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos correspondientes a cabeceras municipales y centros poblados

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas urbanas y suburbanas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018). Manual de uso del Marco Geoestadístico Nacional. Glosario. Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/Manual_MGN.pdf>
- _. (2014). Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Centros poblados y cabeceras municipales. Bogotá: DANE.
- Ideam (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.4. Variable parques arqueológicos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: parques arqueológicos		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Los Parques Arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). Ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

Plan de Manejo Arqueológico: concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes de dicho patrimonio o zonas de influencia arqueológica. El Plan de Manejo establece oficiosamente o a solicitud de sus tenedores, los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación (numeral 10, artículo 1, Decreto 833 de 2002, Mincultura).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los Parques Arqueológicos debidamente delimitados y con titularidad a nombre de entidades públicas, son exclusiones legales dado que tienen autonomía para establecer el manejo de esta área geográfica.

Adicionalmente, el Decreto 833 de 2002, que reglamenta la Ley General de Cultura 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico, en concordancia con los artículos 63 y 72 de la Constitución política de Colombia menciona: «los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico (…) integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la Nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable» y más adelante en la norma complementa: «…los bienes integrantes del patrimonio arqueológico son bienes de interés cultural que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación».

Se debe tener en cuenta que la condición de “inembargables, imprescriptibles e inalienables” de acuerdo con las leyes 397 del 1997 y 1185 del 2008 hace referencia a los bienes de interés cultural de propiedad de entidades públicas.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se contemplan Parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen de espacialización cartográfica por parte del ICANH. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron analizados de la información cartográfica facilitada por el ICANH (2019), Parques arqueológicos declarados. Los parques arqueológicos definidos como exclusiones son:

Parque arqueológico	Zona	Parque arqueológico	Zona
Tierradentro	Segovia	Tequendama	Directa
	El Tablón	Alto de Las Piedras	Directa
	Alto de San Andrés	El Abra	Directa
Sogamoso	Directa	El Infiernito	Directa
San Agustín	Mesitas	La Lindosa	Raudal
Hacienda El Carmen	Directa		Nuevo Tolima
Cerro El Volador	Directa		Los Alpes
Alto de Los Ídolos	Directa		Limoncillo
UPTC Tunja	Directa		Campanilla
Ciudad Perdida	Directa		Cerro Azul
	Área de influencia	Serranía del Chibiriquete	Directa
Piedras Blancas	Directa		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas arqueológicas protegidas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICANH. (2019). Parques arqueológicos. Bogotá: ICANH.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, tipo A

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, tipo A		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2a de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las Zonas Tipo A, son "las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica". El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las Reservas Forestales Nacionales, mediante las siguientes resoluciones:

a. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2a de 1959.
b. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959.
c. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959.
d. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
e. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959.

f. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959.
g. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959.
h. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las Zonas de Reserva Forestal Nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

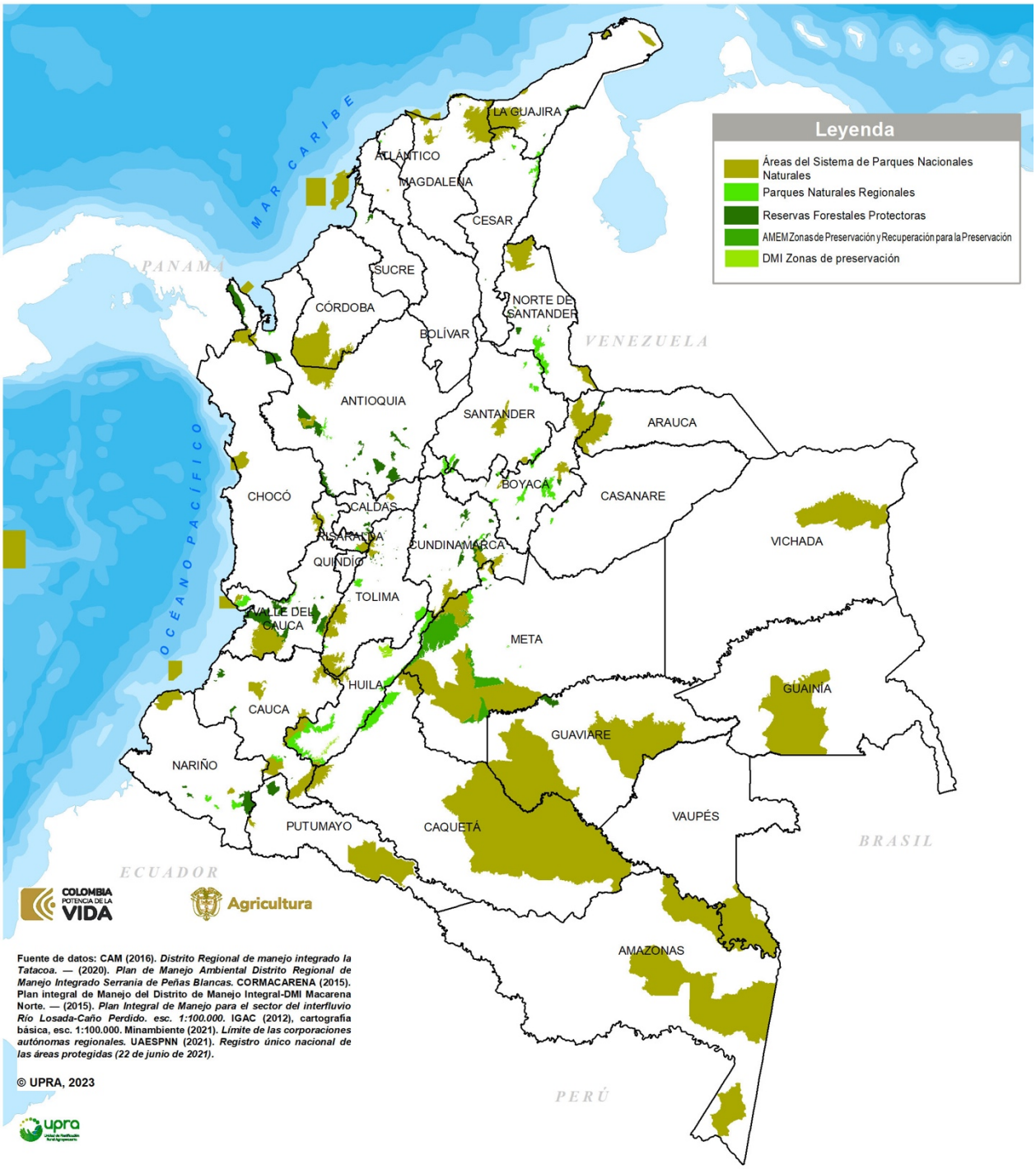
Las resoluciones que zonifican las ZRFN establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, es importante que, la información de sustracciones sea actualizada regularmente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte de las zonificaciones de cada una de las Reservas Forestales Nacionales de Ley 2a de 1959 adelantadas por el Minambiente donde se identifican las zonas tipo A.

Unidad de análisis
Polígonos que comprenden las áreas de reserva forestal nacional zonas tipo A

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas protegidas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2.ª, Tipo A, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1 Criterio condicionantes legales

<table>
<tr><th colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>Producción caprina (Capra hircus) en pastoreo</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO: CONDICIONANTES LEGALES</td></tr>
<tr><td rowspan="4">TIPO DE CRITERIO</td><td>Análisis jerárquico</td><td></td></tr>
<tr><td>Condicionante</td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Exclusión técnica</td><td></td></tr>
<tr><td>Exclusión legal</td><td></td></tr>
<tr><th colspan="3">VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO</th></tr>
<tr><td colspan="3">Ecosistemas estratégicos: polígonos de bosque seco tropical, polígonos de manglares, polígonos de humedales y ronda hídrica.

Áreas protegidas: polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos de Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

Planes de ordenación forestal: Corresponden a los polígonos identificados como áreas forestales protectoras, protectoras para la regulación, Áreas de Restauración del Bosque Seco Tropical (bs-T), Áreas Forestales Para la Conservación, Áreas Misceláneas y/o de Producción Mixta, Áreas Críticas Por Erosión Severa en Suelos Arenosos y Vegetación Herbácea, Áreas Críticas por Salinización en Usos Agrícolas Intensivos, Área forestal de producción directa, Área forestal de protección para el uso sostenible, zonas para restauración, Plantaciones de carácter protector, Aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables, Macro unidades de manejo forestal para la producción de maderas finas, ordinarias y PFNM, Servicios Ambientales - Conectividad biológica, y restauración ecológica relacionados con los POF de la de la corporación autónoma regional del alto magdalena-CAM, Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE, Corporación para El Desarrollo Sostenible del Área De Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA, para las Cuenca del Río Planas y del Río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta, Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACA, Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO y Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA.</td></tr>
</table>

Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2a de 1959, tipos B y C: polígonos de las zonas tipo B y C de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Se incluyen predios con previa decisión de ordenamiento y contratos de derechos de uso.

Distinciones internacionales: polígonos de Reservas de la Biosfera y polígonos de humedales Ramsar y polígonos de áreas de importancia para la conservación de las aves y la biodiversidad (AICAS).

Áreas de interés cultural y social: polígonos de tierras de las comunidades negras, polígonos de áreas de reserva Ley 70 de 1993, polígonos de resguardos indígenas, polígonos de zonas de reserva campesina, polígonos de paisaje cultural cafetero y polígonos de áreas arqueológicas protegidas y polígonos de áreas de reserva especial minera declarados por la Agencia Nacional Minera (ANM) en la ley 685 de 2001.

Agricultura de bajo impacto: polígonos de actividades agropecuarias de bajo impacto en páramos definidos en la resolución 1294 de 2021. Resolución de MADS y MADR.

Zonas de importancia para fiebre aftosa: agrupa las Zonas de Alta Vigilancia – ZAV que comprenden las franjas de territorio a nivel de las fronteras de aproximadamente 15 km de ancho medidos desde el límite fronterizo hacia el interior del país (ICA, 2009).

DEFINICIÓN

Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el establecimiento y desarrollo de caprinos en pastoreo.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los condicionantes agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social, cuyo soporte legal implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades allí establecidas, es decir, las áreas bajo condicionantes podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas (territorios indígenas y afrocolombianos) o de aclaración de determinantes legales puedan ser incluidos en la evaluación.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

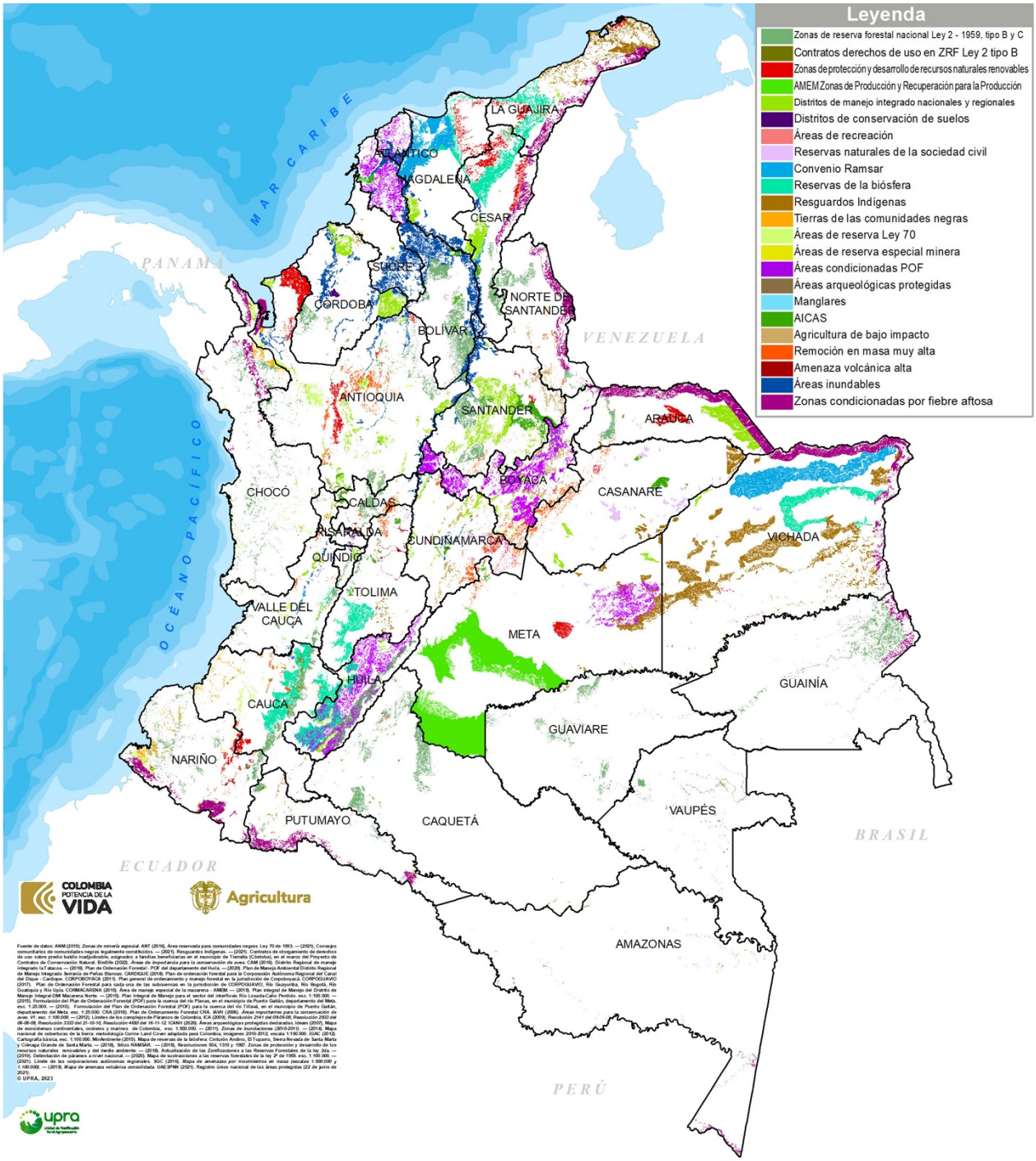
La metodología de evaluación consistió en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y, posteriormente, obtener la cartografía oficial de la información.

Por medio de esta información es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplican rangos para los condicionantes (C1).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CONDICIONANTES

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.
- ANT. (2016). Áreas reservadas para comunidades negras. Ley 70 de 1993.
- _. (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.
- _. (2018). Resguardos indígenas
- Cormacarena. (2015). Distrito de manejo integrado –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena “AMEM”.
- IAVH. (2014). Bosques secos tropical. Bogotá: IAVH.
- ICANH. (2019). Áreas arqueológicas protegidas. Bogotá: ICANH.
- Ideam et al. (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidos. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta. Bogotá: Minambiente.
- _. (2015). Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). Mapa de zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.ª tipos B y C, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). Sitios Ramsar. Bogotá: Minambiente.
- Mincultura. (2014). Paisaje Cultural Cafetero. Bogotá: MIncultura.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V. 6. Bogotá: PNN.
- _. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6. Bogotá: PNN.

5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupa aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, y que son incompatibles con el desarrollo caprinos en pastoreo. Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación:

Los ecosistemas de manglar y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su valor ecosistémico o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el establecimiento de caprinos en pastoreo.

Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema de **manglar** reduce el impacto de las mareas depositando barro y formando pantanos donde se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera ayudando en el control de erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos. Son definidos como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del Minambiente). Para su conservación el Minambiente desarrolló el “Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar”, en el año 2002.

Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre.

En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución Minambiente 1602 de 1995).

Por su parte, los **humedales** son ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presentes en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en el artículo 2o, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y en general, con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada. Se incluyen también las coberturas asociadas a zonas pantanosas, vegetación acuática sobre cuerpos de agua; lagunas, lagos y ciénagas naturales localizados por debajo de los 1000 m. snm, que no pueden ser usados cuando se encuentren inundados, debido a la susceptibilidad de degradación del ecosistema.

La **ronda hídrica s**e considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).

El artículo 204 establece: «(...) Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque» (Decreto 2811 de 1974).

La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el Minambiente).

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), establece una regulación en términos de propiedad en relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos.

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3o, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o

depósitos de agua. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4 señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, por ser áreas de especial importancia ecosistémica.

El ecosistema de **bosque seco** se considera una zona de importancia ambiental que se ha priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo o explotación pecuaria.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los fines vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Generalmente estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la Estructura Ecológica Principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una exclusión legal.

En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce, debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 m; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud.

Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).

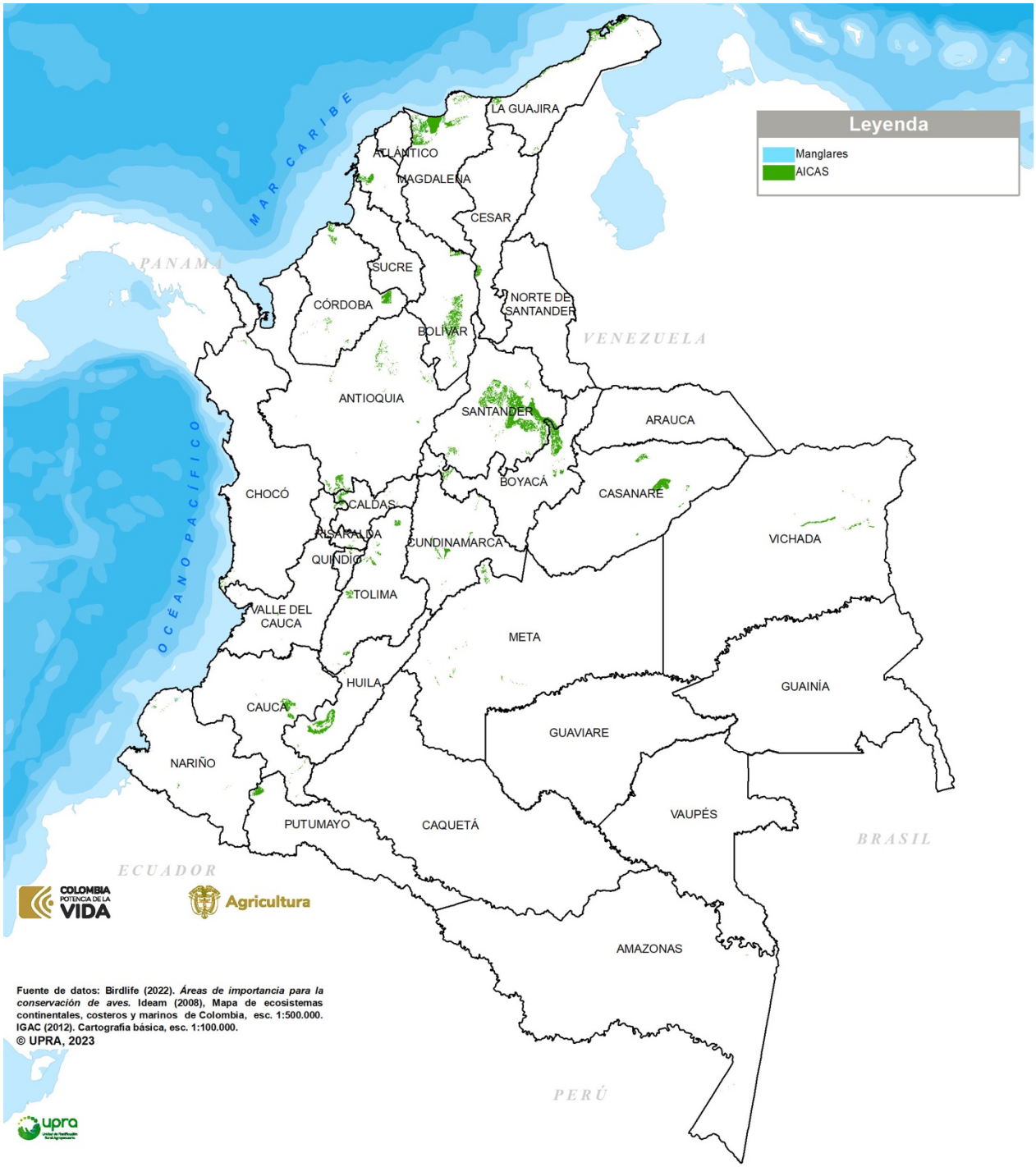
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial actualizada de las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para las rondas hídricas se emplea la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales, manglares. Para la generación de la información cartográfica se parte de la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable ecosistemas estratégicos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2014). Bosque seco tropical. Bogotá: IAVH.
- Ideam. (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

5.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: áreas protegidas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupa aquellas áreas protegidas cuyas categorías de manejo requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de caprinos en pastoreo; aunque no prohíba la actividad como tal, si genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Distritos de manejo integrado (DMI): de conformidad con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: según el Decreto 1989 de 1989 «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur.

Se consideran condicionantes:

DMI Macarena Norte:
Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible).

DMI Losada-Perdido:
Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.

Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Áreas de recreación: conforme al Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.

Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): hace referencia a la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del Minambiente, se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las CAR). Por medio de las Resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades; con fundamento en dichos estudios.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Cada una de las categorías consideradas genera un condicionante a su uso, pues si bien no lo prohíbe, requiere de una revisión de la zona apta en relación a las condiciones normativas de la figura o figuras con la que se superpone.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Cada una de las figuras protegidas en teoría debe contar con su respectivo plan de manejo, en el cual se definen los usos permitidos del área que aparece bajo una figura de protección. Sin embargo, no todas las áreas protegidas tienen un plan de manejo formulado, lo cual implica que, a pesar de que estén delimitadas, aún no tienen definido el uso por lo cual no es posible definir en qué zonas si es posible establecer caprinos en pastoreo o en las que por el contrario está prohibido el desarrollo de actividades productivas.

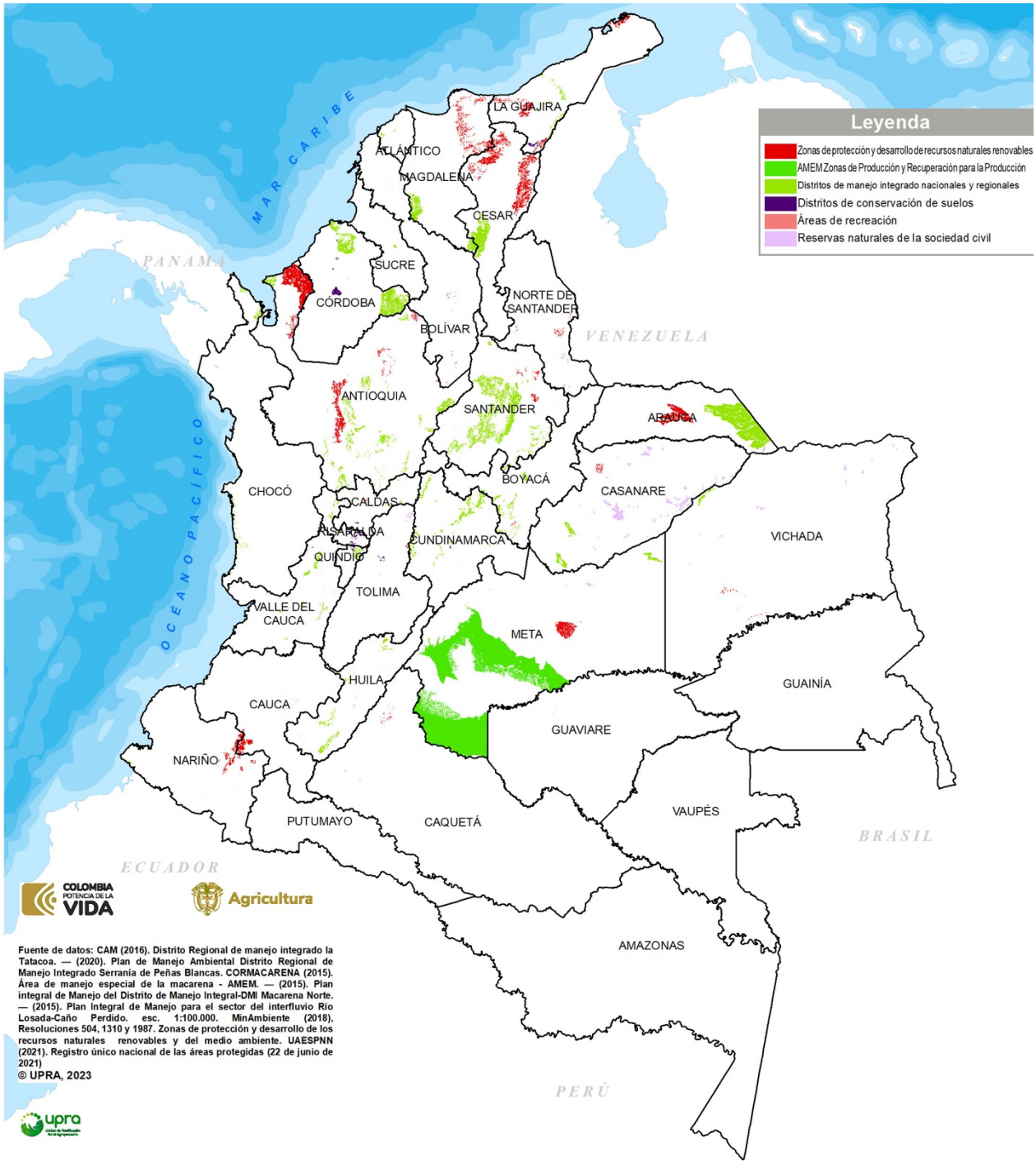
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de cartografía, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las figuras de protección que integran esta variable.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos que comprenden DMI, zonas de producción y recuperación para la producción del AMEN, DCS, áreas de recreación, RNSC y zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable áreas protegidas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cormacarena. (2015). Distrito de manejo integrado –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena “AMEM”.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap. Bogotá: Minambiente.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6. Bogotá: PNN.
- _. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6. Bogotá: PNN.

5.1.3. Variable planes de ordenación forestal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: *planes de ordenación forestal*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Las áreas protegidas consideradas dentro de este condicionante legal corresponden a los *planes de ordenación forestal*. Según el Decreto 1076 de 2016, el Plan de ordenación forestal (POF) es un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y estructurado a partir de las características bióticas, abióticas, sociales y económicas de la zona, lo cual permite ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio. Los POF tienen como objetivo lograr el uso de los recursos forestales con planificación y asegurar la sostenibilidad de su aprovechamiento. Por lo tanto, los POF se consideran un instrumento de planificación para el ordenamiento, uso y manejo sostenible de los recursos forestales, pues se estructura en el conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral, no sólo de los componentes biofísicos, entre los que se destacan el ecológico, el silvicultural y el de suelos e hidroclimatología; sino también de los componentes socioeconómicos y legales. El propósito consiste en conservar, proteger y manejar integral y sustentablemente el recurso forestal, de las tierras forestales y de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a los departamentos.

Actualmente, el Decreto 1076 de 2016 recopila lo establecido en el Decreto 1791 de 1996, el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal en el que se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y respectivo manejo. Esta norma, entonces, está en concordancia con los criterios técnicos y legales asociadas al uso y manejo para las áreas de ordenación forestal definidas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM); la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (Cardique); la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena) para la cuenca del río Planas y la cuenca del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta; la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá); la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio) y la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA).

Así pues, se presentan condicionantes legales relacionados con las áreas forestales protectoras; las áreas protectoras para la regulación; las áreas de restauración del bosque seco tropical; las áreas forestales para la conservación; las áreas misceláneas o de producción mixta; las áreas críticas por erosión severa en suelos arenosos y vegetación herbácea; las áreas críticas por salinización en usos agrícolas intensivos; el área forestal de producción directa; el área forestal de protección para el uso sostenible; las zonas para la restauración; las plantaciones de carácter protector; el aprovechamiento artesanal de los productos maderables y no maderables; las macrounidades de manejo forestal para la producción de maderas tanto finas como ordinarias y los productos forestales no maderables; los servicios ambientales y de conectividad biológica; y la restauración ecológica.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores sobre las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (N2).

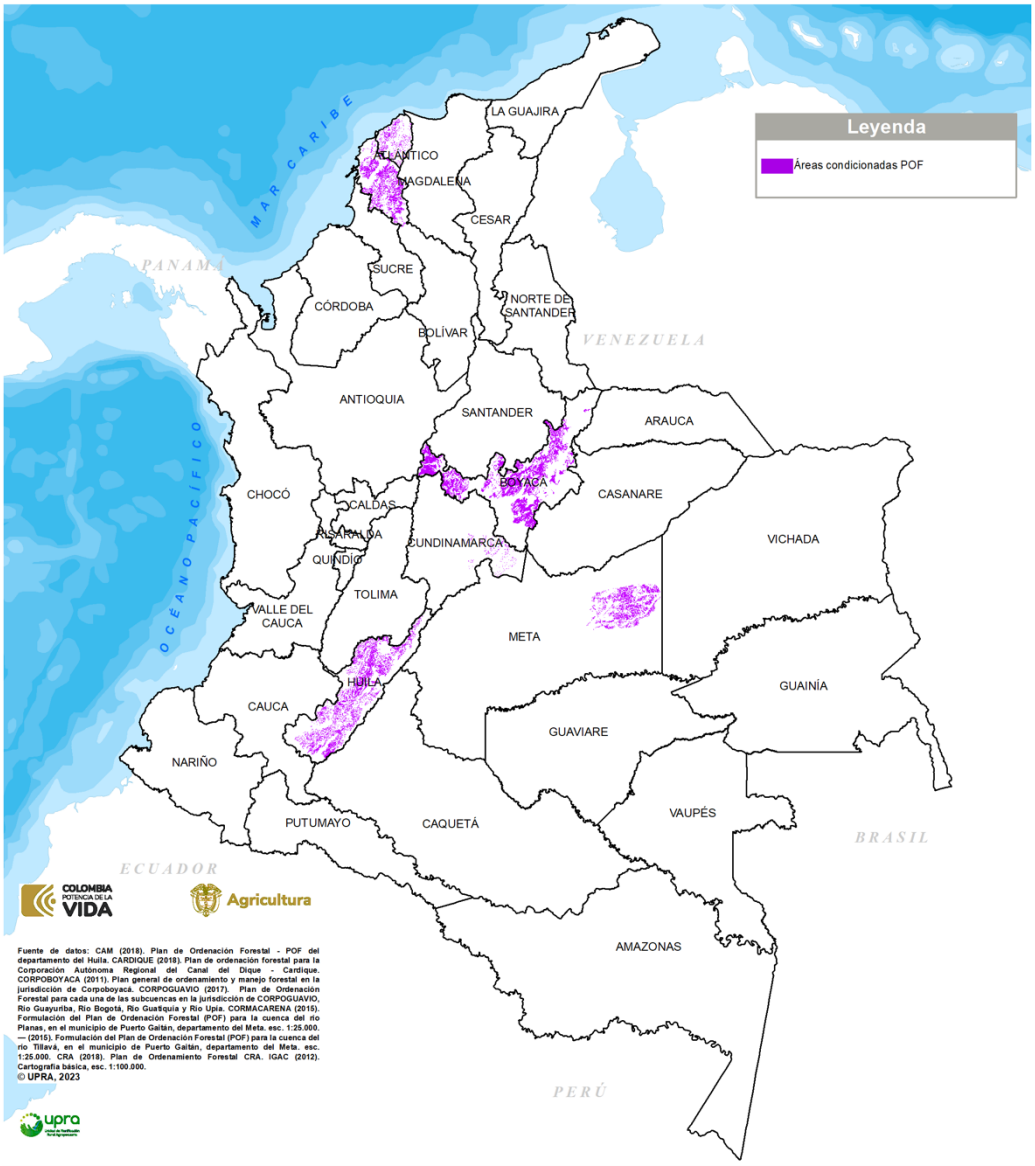
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas se refiere a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. Adicionalmente, sólo se cuenta con los planes de ordenación forestal de seis corporaciones.

Unidad de análisis

Áreas forestales protectoras, protectoras-productoras y de protección, recuperación, producción y restauración; y las áreas de uso sostenible, conservación y recuperación definidas en los planes de ordenamiento forestal

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable áreas condicionandas POF

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena*.

Cormacarena. (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM)*.

Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA y ECOAFA SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar.

Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA y Corporación de Tecnologías Sostenibles CTAS. (2009). Formulación del Plan General de Ordenamiento y Manejo Forestal PGOF en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA. Etapa III. Ordenación y zonificación forestal.

Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE y Enviromental Ingenieros Consultores S.A. ENINCO S.A. (2017). Plan de ordenación forestal para la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - CARDIQUE

Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO. (2017). Plan de Ordenación Forestal POF para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Guavio- CORPOGUAVIO

Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta.

Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena - CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

La Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM y la Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF- Huila

5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, tipos B y C

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959, tipos B y C		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera:

Zonas tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Zonas tipo C: zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Se incluyen en esta categoría las zonas con previa decisión de ordenamiento, cuyas zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

a. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

b. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959.
c. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959.
d. 1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959.
e. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
f. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959.
g. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959.
h. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2a de 1959.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, según el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción, por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso. Por lo tanto, se incluyen en está categoría las áreas con contratos de derechos de uso para estas zonas de reserva forestal tipo B y C

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de los ejercicios de zonificación, las reservas forestales de la Ley 2a de 1959, permiten identificar aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de caprinos en pastoreo.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En 2015 para las Zonas de Reserva Forestal Nacional se establece que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, la información de

este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

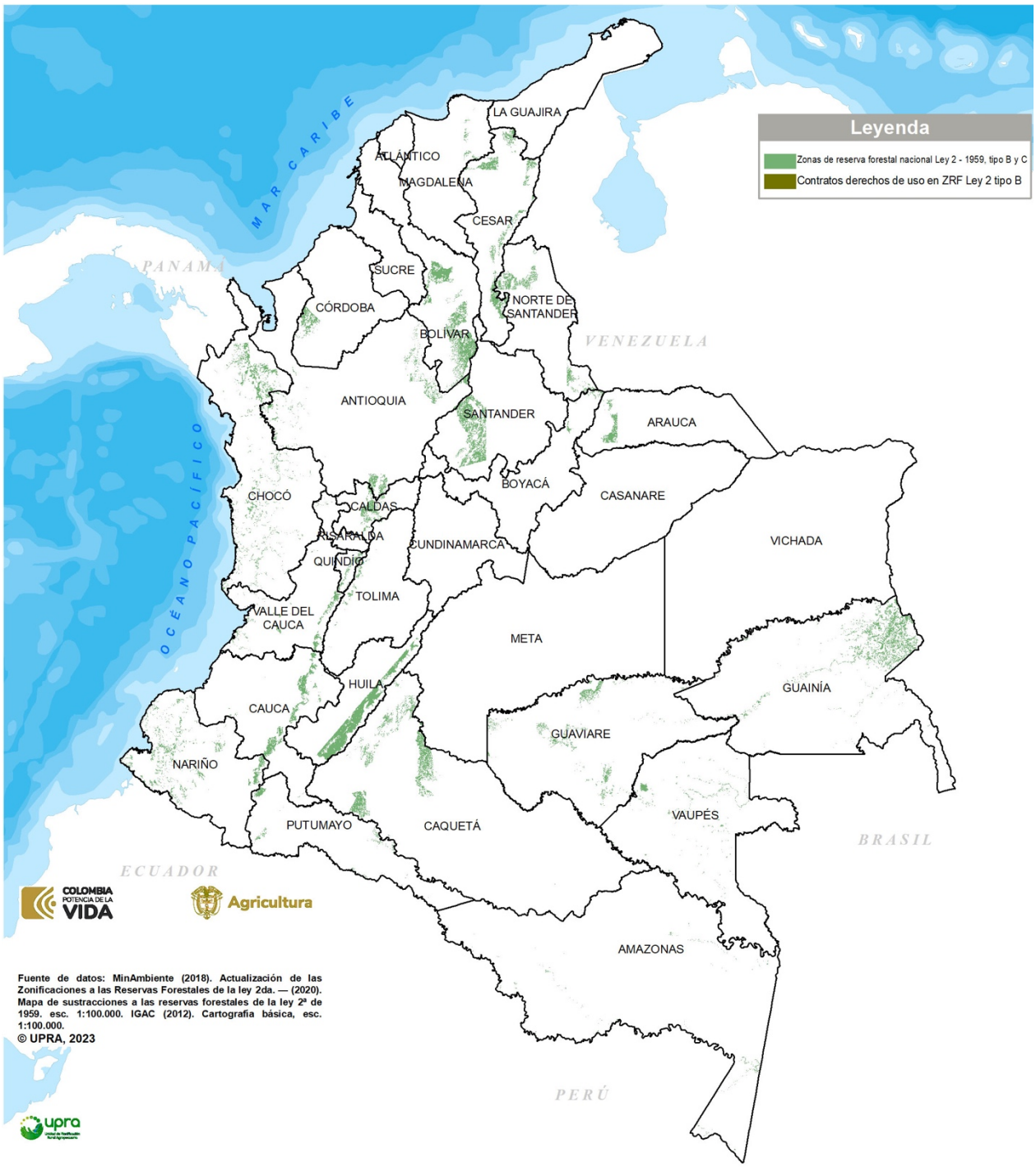
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de Ley 2a de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de Ley 2 de 1959 oficial del Minambiente. Se incluyen tambien las zonas con contratos de derechos de uso.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable zonas de reserva forestal nacional

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª, Tipos B y C, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- _. (2012). Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2.ª, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2.ª, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.

5.1.5. Variable distinciones internacionales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: distinciones internacionales		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupan aquellos lugares que por factores de orden ecológico motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional, y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes.

Las áreas son definidas por su importancia biológica y en concordancia con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad.

En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales:

Reservas de la biosfera: áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, pero bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. De acuerdo con la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (<www.unesco.org>), los Estados participantes se obligan a prestar su concurso para identificar, proteger, conservar y revalorizar el patrimonio cultural y natural (artículo 6), y a no tomar medidas que le puedan causar daño, directa o indirectamente (cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower).

Convenio Ramsar: la «Convención sobre los humedales de importancia internacional», conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos.

Este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Unesco, 1994).

Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la «Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas»; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (art. 3), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4).

Es importante resaltar que la Ley 1450 de 2011 menciona en el parágrafo 1 del artículo 2002 que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con sustento en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el Minambiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades, no obstante las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

Áreas de importancia para la conservación de las aves y la biodiversidad (AICAS): son áreas identificadas como sitios críticos para la conservación de aves y biodiversidad potencialmente vulnerable. La identificación de estas áreas es una iniciativa global liderada por BirdLife Internacional que corresponde a una federación que agrupa instituciones ornitológicas del mundo entero. En Colombia este programa comenzó en el 2001 y actualmente es coordinado por la Asociación Calidris con el apoyo del Instituto Humboldt. Los criterios técnicos para la identificación de un AICA se basan en la presencia de aves prioritarias para la conservación, por lo que se tienen en cuenta especies globalmente amenazadas (criterio A1), especies de distribución restringida (criterio A2), conjunto de especies restringidas a biomas (criterio A3) y congregaciones de especies (criterio A4).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo de la producción caprina deben ser analizados en mayor detalle, para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La delimitación de las Reservas de la Biosfera no representa una identidad ecosistémica sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle.

Por este motivo requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación.

Las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta, precaución u otros que determine la legislación colombiana.

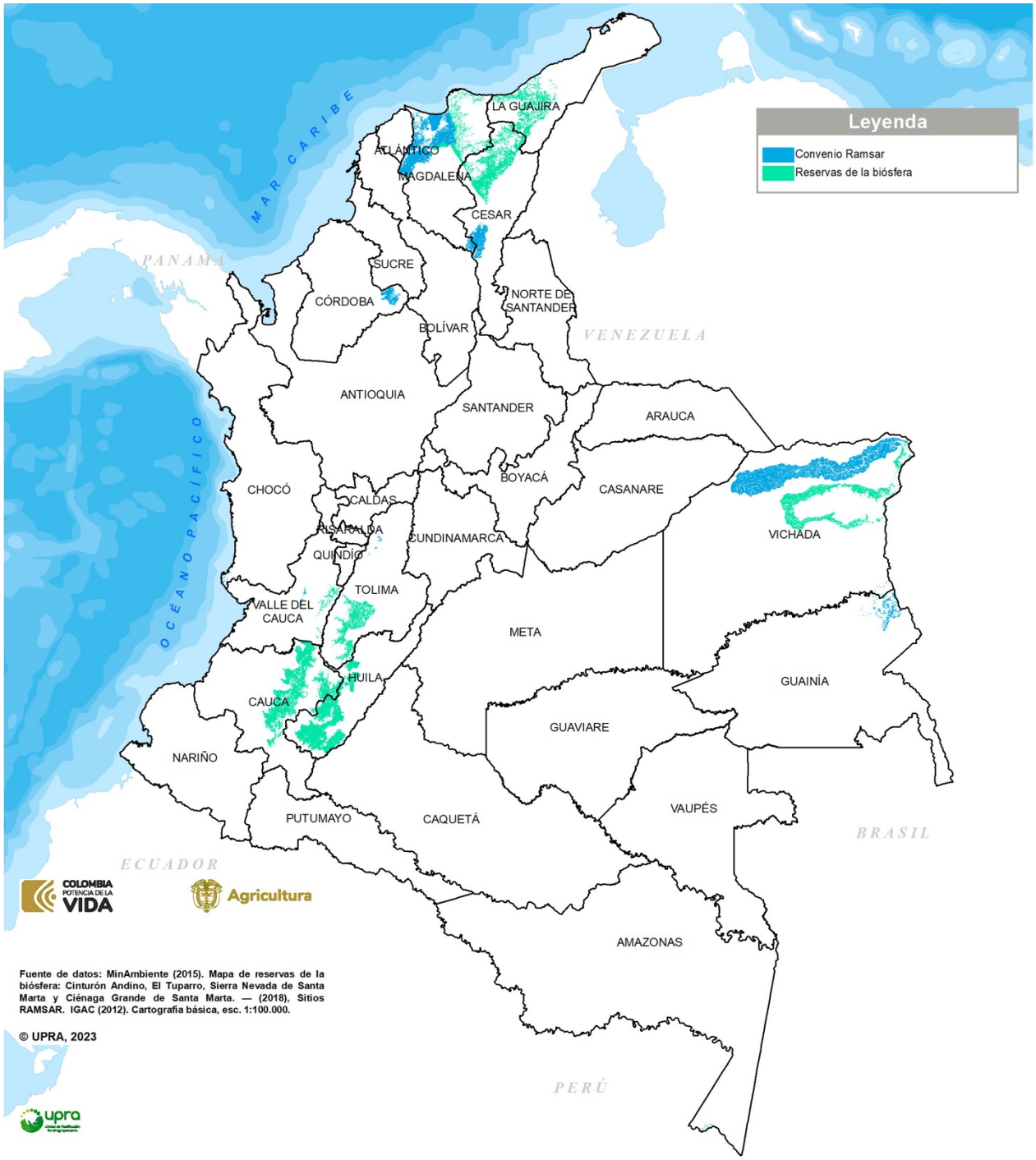
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la representación cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible espacializar e identificar las distinciones internacionales presentes en la zona de estudio.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Humedales Ramsar y reservas de la biósfera, de acuerdo con las fuentes de información oficial

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable distinciones internacionales

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta. Bogotá: Minambiente.
- _. (2018). Sitios Ramsar. Bogotá: Minambiente.
- Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar). París: Unesco. Recuperado de: <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>
- Áreas importantes para la conservación de las aves y la biodiversidad – AICAS. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/525-areas-importantes-para-la-conservacion-de-las-aves-aicas

5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: áreas de interés cultural y social		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Comprende aquellas zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.

Las figuras legales que conforman esta variable son:

Tierras de las comunidades negras: terrenos en los que tiene su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación a las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como forma de administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).

Áreas de reserva Ley 70 de 1993: son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto a fin de proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizar que obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana.

Resguardos indígenas: son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma

amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Decreto 2164 de 1995, Ministerio de Agricultura). Conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con objeto de fomentar la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente y los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994).

En las Zonas de reserva campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción.

Paisaje Cultural Cafetero: área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución 2079 de 2011, Ministerio de Agricultura).

Áreas Arqueológicas Protegidas (APP): es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.ICANH.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas). Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, en donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.

Áreas de reserva especial minera (ARE): son áreas declaradas por la Agencia Nacional de Minería (ANM) que actúa en favor de una comunidad minera en la que existan explotaciones tradicionales de minería informal y cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, artículo 31, modificado por el artículo 147 del Decreto 019 de 2012).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para la producción caprina, cuentan con regímenes especiales –culturales y normativos– que condicionan las actividades económicas y productivas a desarrollar en esas áreas.

En las zonas aptas para el cultivo, previo a la formulación de proyectos de inversión, se deberán considerar los siguientes aspectos:

En áreas donde existan resguardos indígenas y tierras de las comunidades negras, se deberán surtir procesos de consulta previa en orden a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Ministerio del Interior.

Para el caso de las Zonas de Reserva Campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del Plan de Desarrollo Sostenible de la zona, y/o ser socializados con la comunidad y demás entidades territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública según lo establece el Acuerdo 021 de 1996 del Incora.

Respecto al Paisaje Cultural Cafetero, se deberá realizar el estudio de impacto de nuevos proyectos productivos en coordinación con el Mincultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Cafeteros y entidades del orden local. Con esto se determinarán los posibles cambios del Valor Universal Excepcional del Paisaje Cafetero y los manejos específicos que se deben dar para evitar su modificación. Asimismo, se debe considerar lo dispuesto en el CONPES 3803 de 2014, a fin de garantizar la sostenibilidad económica, cultural, social y ambiental de este paisaje cultural.

Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia de las mismas, los Planes de Manejo Arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes. Dichas zonas de influencia arqueológica y Planes de Manejo deberán ser aprobados por el ICANH de conformidad con el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009 (compendiado en el Decreto único 1080 de 2015 del sector cultura).

En lo que respecta a las áreas de influencia arqueológica, de acuerdo con el artículo 4 del Decreto 833 de 2002 se precisa que: «en ningún caso la inexistencia de la declaratoria de una zona de influencia arqueológica, o la inexistencia de un Plan de manejo arqueológico, faculta la realización de alguna clase de exploración o excavación sin la previa autorización del Instituto Colombiano de Antropología e Historia».

Respecto a las áreas de reserva especial minera (ARE), de acuerdo con el artículo 147 del decreto 019 de 2012, en estas áreas no se admitirán nuevas propuestas sobre todos o algunos minerales y sólo se otorgarán concesiones a la mismas comunidades que han realizado esprotaciones

tradicionales en estas áreas. De acuerdo con el artículo 32 de la Ley 685 de 2001, se considerarán *áreas libres* aquellas áreas objeto de reservas especiales que no quedaron vinculadas a proyectos mineros comunitarios, por lo que podrán ser otorgadas a terceros proponentes.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de un criterio condicionante (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, resguardos indígenas y Zonas de Reserva Campesina que están constituidos mediante un acto administrativo de la entidad competente (ANT).

Las áreas de régimen especial declaradas no permiten diferenciar el origen del título (colonial o republicano). Para ello se requiere que la entidad competente clarifique la vigencia legal de los títulos coloniales existentes, y los reclasifique en las categorías que se incluyen en esta variable.

El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consultas previas, audiencias públicas, estudios de impacto, o verificaciones in situ al momento de implementar desarrollos productivos en áreas donde existan ampliaciones o procesos de saneamiento en resguardos indígenas en curso, áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras, o zonas de reserva campesina con acto administrativo para dar inicio al proceso de constitución.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ANT. 2018. Resguardos Indígenas legalmente constituidos.
ANT. 2018. Consejos comunitarios legalmente constituidos.
ICANH. 2019. Áreas Arqueológicas Protegidas.
IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.
IGAC. 2018. Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.
Mincultura. 2014. Paisaje Cultural Cafetero.

2. Precisiones de la información.

La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que

cuenten con acto administrativo vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora.

A continuación, se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas:

- Tierras de las comunidades negras.

En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentran en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 ha y que abarca casi la totalidad de las subregiones Pacífico Sur y San Juan. Nariño es el segundo departamento con mayor proporción de territorio bajo esta figura con 1.206.257 ha, seguido del Cauca y Valle del Cauca con 713.445 ha y 447.828 ha, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan Consejos Comunitarios de extensiones que no superan las 500 ha.

Los Consejos Comunitarios más extensos del país se ubican en los municipios de Riosucio (Chocó) y Buenaventura (Valle del Cauca), los cuales abarcan entre 422.000 y 451.000 ha. A su vez, se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, los cuales son Nóvita, El Cantón del San Pablo y Medio San Juan en el Chocó, donde más del 98 % del municipio, está bajo esta figura de protección sociocultural.

- Áreas de reserva Ley 70 de 1993.

De las cerca de 10 millones de ha reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico. En los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) esta cifra es del 18 %.

- Resguardos indígenas.

Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

- Zonas de Reserva Campesina.

Las áreas constituidas como Zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

- Paisaje Cultural Cafetero.

Esta figura tiene una extensión total de 351.291 hectáreas a nivel nacional y abarca parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Chocó. En 19 de los 27 municipios del departamento de Caldas hay Paisaje cultural cafetero, el cual representa el 35% del total del área la figura, esto equivale a 124.250 ha aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 ha declaradas, mientras que en el Valle del Cauca su extensión es de alrededor de 80.000 ha.

En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el Paisaje cultural cafetero no supera las 50 ha. En el primer caso, este se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 ha), y en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan suman poco más de 30 ha.

- Áreas Arqueológicas Protegidas.

Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

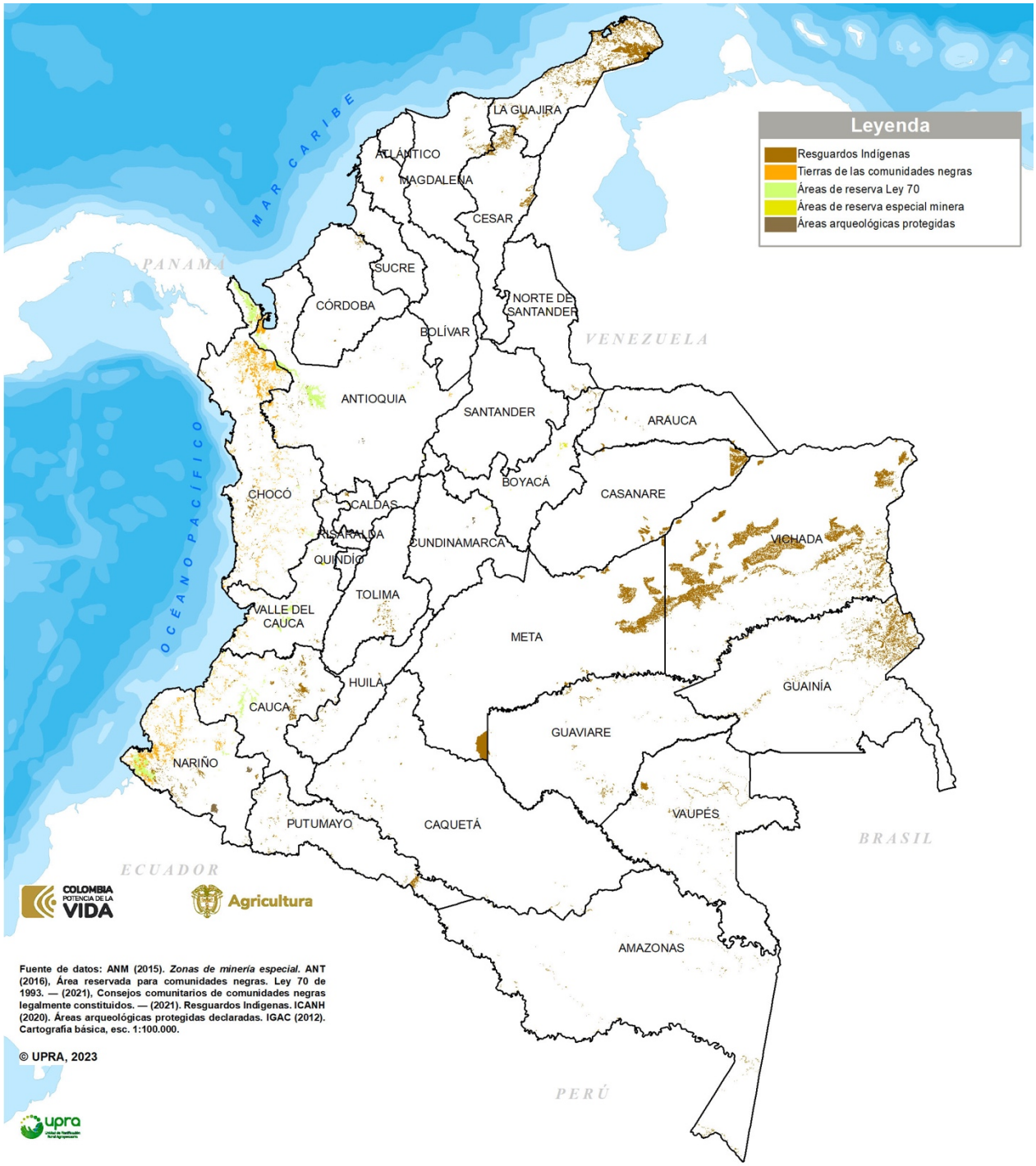
Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa
El Salado	Directa
Pueblito	Directa
La Lindosa	Raudal
	Pizarra
	Nuevo Tolima
	Los Túneles
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
	Cerro Azul
Las Salinas	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona
Piedras del Tunjo	Directa
UPTC Tunja	Directa
Pupiales	Directa
	Área de influencia
Tequendama	Directa
La Mojana	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa
Arboleda	Directa
	Área de influencia
Mogua	Directa
	Área de influencia
Valle alto del Rio Checua	Directa
	Área de influencia

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos que comprenden tierras de las comunidades negras, áreas reserva Ley 70 de 1993, resguardos indígenas, zonas de reserva campesina, paisaje cultural cafetero, zonas de actividad aeronáutica, áreas arqueológicas protegidas, de acuerdo con las fuentes de información oficial

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable áreas de interés cultural y social

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2016). Áreas reservadas para comunidades negras, Ley 70 de 1993. Bogotá: ANT.
- _. (2018). Resguardos Indígenas legalmente constituidos. Bogotá: ANT.
- _. (2018). Consejos Comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos. Bogotá: ANT.
- _. (2018). Zonas de Reserva Campesina legalmente constituidas. Bogotá: ANT.
- ICANH. (2019). Áreas Arqueológicas Protegidas. Bogotá: ICANH.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mincultura. (2014). Paisaje Cultural Cafetero. Bogotá: Mincultura.
- Congreso Nacional de Colombia. 2001. Ley 685 de 2001. Por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones.
- Presidencia de la República de Colombia. 2012. Decreto 19 de 2012. Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública.

5.1.7 Variable Agricultura de bajo impacto

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSITÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: Agricultura de bajo impacto		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupan áreas en páramos delimitados en donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles, en las cuales de acuerdo con la Ley 1930 de 2018 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se podrá permitir la continuación de estas actividades agropecuarias de bajo impacto haciendo uso de buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos.

De acuerdo con la resolución 1294 de 2021, corresponden a actividades agropecuarias de bajo impacto “Actividades agrícolas, pecuaria, forestal, acuícola o pesquera, cuyos sistemas de producción, además de satisfacer las necesidades básicas de los habitantes tradicionales del páramo y generar ingresos económicos, no ponen en riesgo la funcionalidad del ecosistema de páramo, ni la prestación de los servicios ecosistémicos donde se desarrollan”.

Estas actividades deben garantizar prácticas que mimicen los impactos en el ecosistema de páramo, por lo tanto, se deben seguir los lineamientos de conservación del ecosistema y prácticas de manejo sostenible. Para la conservación del ecosistema se considera:

1. Conservación de las coberturas naturales y parches de vegetación nativa existente
2. Conservación y protección de nacimientos y fuentes hídricas superficiales y subterráneas para la gestión sostenible del agua y humedales altoandinos
3. Implementar herramientas de manejo del paisaje como barreras vivas, cercas vivas multiestrato con especies funcionales propias del ecosistema, sistemas silvo-pastoriles o agrosilvopastoriles, bosquey aislamiento de áreas con fines de protección
4. Proteger y recuperar poblaciones de especies silvestres consideradas estructurantes de tipos de vegetación característicos de páramo y humedales de páramo como pajonales, frailejonales, chuscales, matorrales o bosques achaparrados y vegetación de turberas

5. Atender e impletar las medidas expedidas por las autoridades ambientales para el manejo y gestión de eventos de interacción entre fauna silvestre y población humana

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle, para asegurar la sosteniblidad de ecosistemas de páramo

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

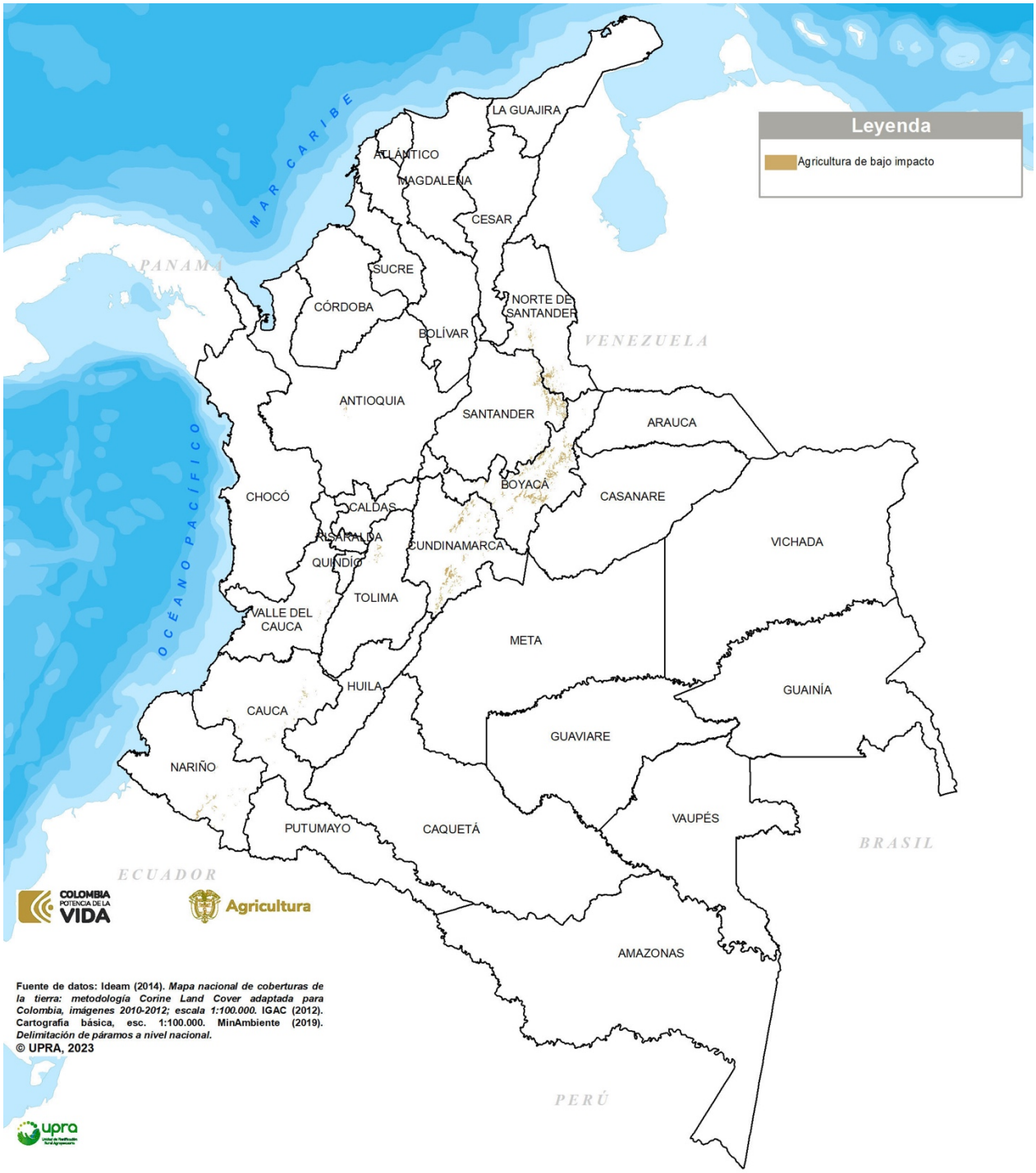
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la representación cartográfica, se identifican las áreas con actividades agropecuarias en páramos a partir de la capa de coberturas Corine Land Cover 2012 siguiendo la metodología de frontera agrícola.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas con actividades de bajo impacto en Páramos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable agricultura de bajo impacto

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Ley 1930 de 2018. Se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2021. Resolución 1294 de 2021. Por la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de actividades agropecuarias de bajo impacto y ambientalmente sostenibles en páramos y se adoptan otras disposiciones.

5.1.8 Variable gestión de riesgo

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
COMPONENTE: SOCIOECOSITÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: Gestión de riesgo		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

De acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se define en el articulo 3 que la gestión del riesgo corresponde al "proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, para impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible".

Dentro de las variables de gestión de riesgo se incorporan la amenaza por remoción en masa, amenaza volcánica y áreas inundables.

La **Amenaza por remoción en masa**: comprende el desplazamiento ladera debajo de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material (UPRA, 2018). Esta amenaza es definida como un peligro latente relacionado con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente (Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos – CEELAT, sf.).

La **amenaza volcánica:** de acuerdo con UPRA (2018) comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no considera la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán e incide en el arrasamiento y destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria.

Las **Áreas inundables:** se definen como el desbordamiento del agua fuera de los limites normales de un río o cualquier cuerpo de agua y/o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM n° 385 2012). De acuerdo con IDEAM (2017) la inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos debido a aportes inusuales y/o repetinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas de gestión del riesgo que potencialmente afectan el sector agropecuario

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo con el 1449 de 2015 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural se debe hacer pública la información de gestión de riesgo en el sector agropecuario, por tanto, para la identificación de amenazas por remoción en masa se considera la información del Mapa nacional integrado de amenaza por movimiento en masa a escala 1:100.000 de IGAC.

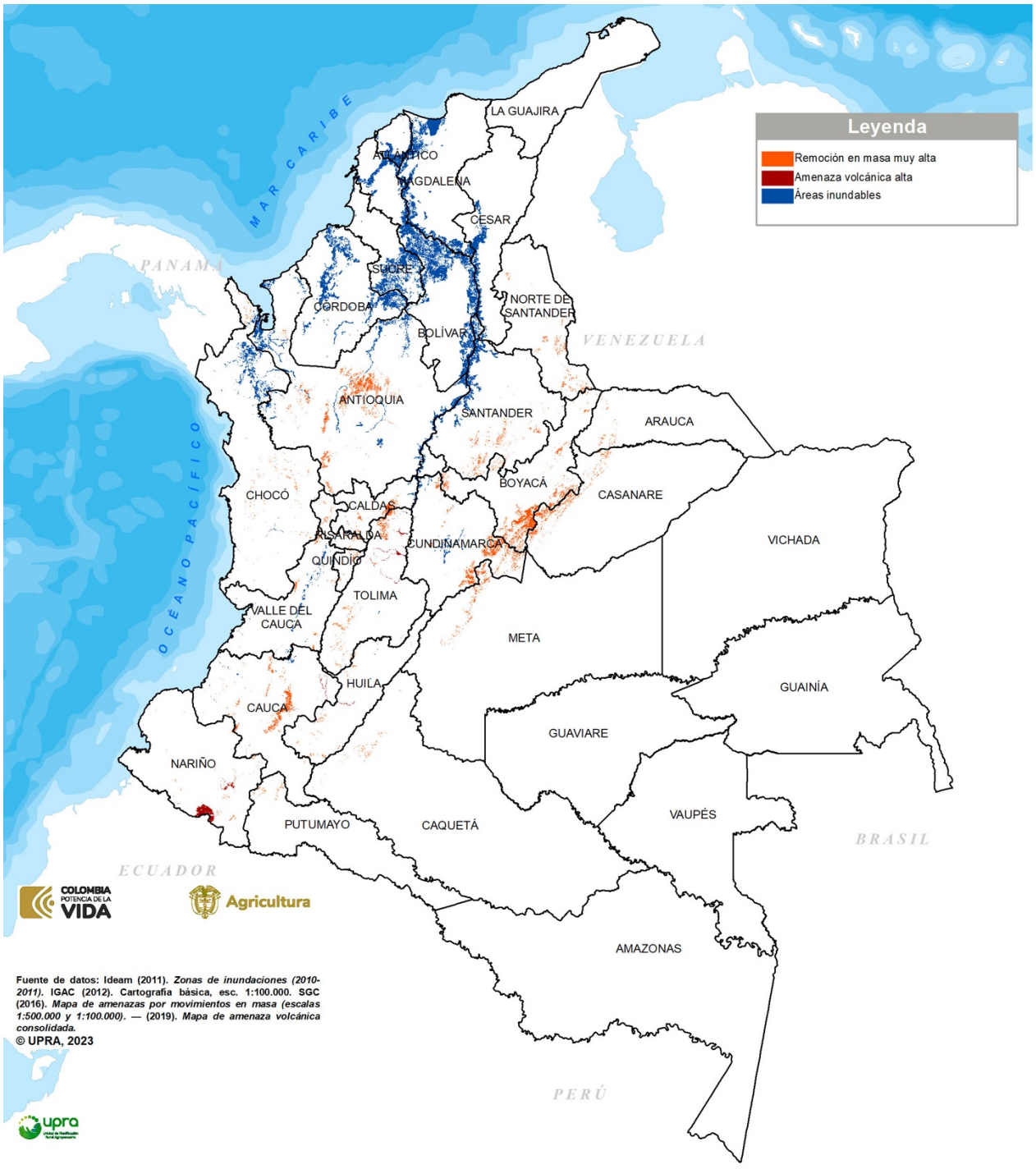
Para la identificación de áreas de amenaza volcánica se tiene como base la información del mapa nacional integrado de amenaza Volcánica, escala 1:100.000 de IGAC

De acuerdo con IDEAM (2017) el mapa de inundaciones se construye con información de eventos pasados o la extensión potencial de inundación considerando los posibles impactos. El mapa de inundaciones muestra los eventos observados con su respectiva extensión.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas inundables, áreas de amenaza volcánica, áreas de amenaza por remoción en masa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Ideam (2011). *Zonas de inundaciones (2010-2011)*. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. SGC (2016). *Mapa de amenazas por movimientos en masa (escalas 1:500.000 y 1:100.000)*. — (2019). *Mapa de amenaza volcánica consolidada.*

© UPRA, 2023

CONDICIONANTES
Variable gestión del riesgo

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Organización Meteorológica Mundial. OMN. 2012. Glosario hidrológico internacional No. 385. World Meteorological Organization, 2012 (ISBN 978-92-63-03385-8)
- IDEAM. 2017. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN. Bogotá, D.C. 110 páginas.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2015. Decreto 1449 de 2015. Por el cual se modifica el decreto 1071 de 2015 en lo relacionado con la reglamentación parcial de la Ley 1731 de 2014.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. UPRA. 2018. Identificación general de la frontera agrícola en Colombia escala 1:100.000

- Ley 1523 de 2012. Se adapta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres.

5.1.9. Variable zonas de importancia para fiebre aftosa

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción caprina (*Capra hircus*) en pastoreo	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: zonas de importancia para fiebre aftosa		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupa las Zonas de Alta Vigilancia (ZAV) que comprenden las franjas de territorio a nivel de las fronteras de aproximadamente 15 km de ancho medidas desde el límite fronterizo hacia el interior del país (ICA, 2009).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, acerca de áreas que requieren de la implementación de estrategias especiales e intensivas de vigilancia y control de poblaciones caprinas susceptibles al contagio por el virus de la fiebre aftosa. Está variable se incluye debido a que es a única frontera que reglamenta el tránsito de animales

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
No se identifican limitantes.

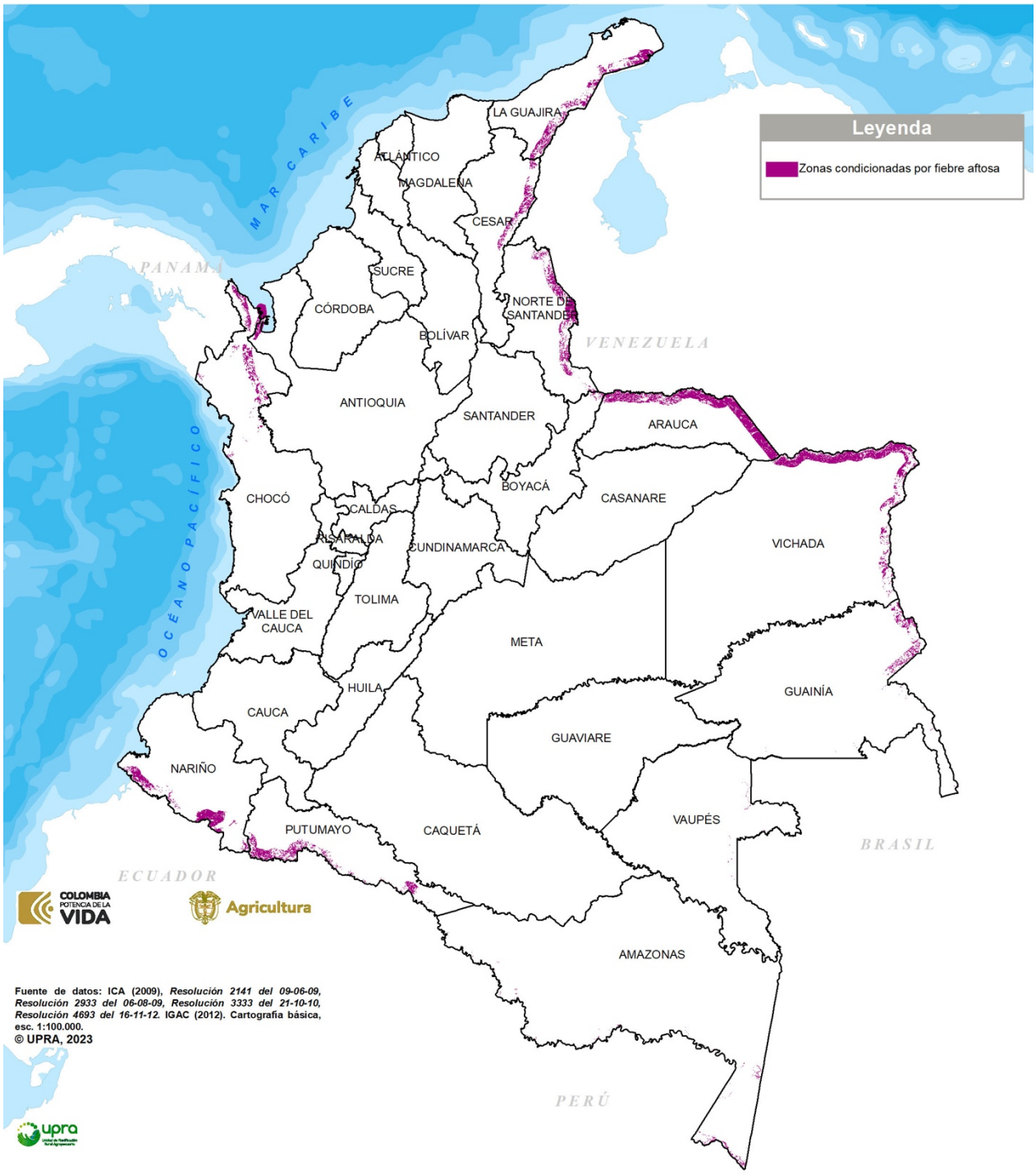
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se realizó la espacialización de la información analógica que se menciona en las siguientes resoluciones:
Resolución 2141 de 2009
Resolución 3333 de 2010
Resolución 4693 de 2012

UNIDAD DE ANÁLISIS

Buffer de 15 km medidos desde el límite fronterizo hacia el interior del país.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable zonas de importancia para la fiebre aftosa

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. (2009). Resolución 2141. Por medio de la cual se establece la situación sanitaria en las diferentes zonas del país en relación con la fiebre aftosa. Bogotá: ICA.
- _. (2010). Resolución 333. Por medio de la cual se establece una ZAV para fiebre aftosa, en los departamentos de Boyacá, Arauca y Vichada. Bogotá: ICA.
- _. (2012). Resolución 4693. Por medio de la cual se establece una estrategia de alta vigilancia para fiebre aftosa en Nariño y Putumayo. Bogotá: ICA.