COLOMBIA POTENCIA DE LA VIDA

Agricultura

PRODUCCIÓN OVINA EN PASTOREO

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS EN COLOMBIA A ESCALA 1:100.000

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

CPOC
Cadena Productiva Ovino Caprina

PRODUCCIÓN OVINA EN PASTOREO

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS EN COLOMBIA A ESCALA 1:100.000

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
Emiro José Díaz Leal
Juan Carlos Avellaneda Micolta
Mónica Cortés Pulido
Sandra Milena Ruano Reyes
Asesores

Este documento es propiedad intelectual de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Solo se permite su reproducción parcial cuando no se use con fines comerciales. Se debe citar este documento así: Siachoque, R.F., Cortés, C.L., Polo, S., Páramo, G.E., Acosta, C.P., Vásquez, J.P., ... Vergara, J. (2023). *Producción ovina en pastoreo: identificación de zonas aptas en Colombia a escala 1:100.000.* Bogotá, Colombia: Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). URL o DOI de ubicación del documento
ISBN: 978-958-5552-95-1
Elaborado: 2022
©UPRA 2023

PRODUCCIÓN OVINA EN PASTOREO

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS EN COLOMBIA A ESCALA 1:100.000

Editores
Claudia Cortés López
Felipe Fonseca Fino

Dirección técnica
Alexander Rodríguez Romero (2023)
Daniel Alberto Aguilar Corrales (2013-2023)

Autores
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Claudia Liliana Cortés López
Sebastián Polo Carrera
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Claudia Patricia Acosta Latorre
Juan Pablo Vásquez Álvarez
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Eduardo García Castellanos
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

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

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

Revisión de texto y estilo
Xavier Humberto Páez Ochoa
Camila de Zubiría Rueda
Ingrid Alexandra Alarcón Montaña
Óscar Enrique Alfonso

Diseño y diagramación
Constanza Rodríguez Ramírez
Sonia Mireya Montaño Bermúdez

Fotografías
Andrés Eduardo Paz Duarte

Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, en Colombia, a escala 1:100.000, producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras orientados a direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones. La primera presenta algunos antecedentes del sector, contexto sectorial, producción, aspectos sanitarios, importancia internacional y nacional, marco político y normativo de la cadena. La segunda parte aborda el marco conceptual, el cual se basa 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. La tercera sección contiene el desarrollo metodológico de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de la tierra hasta la evaluación de matrices multicriterio. La sección final presenta los resultados de la zonificación plasmados en el mapa de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, las conclusiones y las fuentes de información bibliográfica. A manera de anexo, las fichas metodológicas describen los criterios y las variables: su importancia, sus rangos de calificación y los mapas de salida, entre otros aspectos, como soporte al proceso metodológico.

Se identificaron 24 criterios (nueve físicos, ocho socioecosistémicos y siete socioeconómicos) y 72 variables (23 físicas, 19 socioecosistémicas y 30 socioeconómicas), a partir de los cuales se obtuvo el mapa de zonificación de aptitud para la producción de ovinos en pastoreo, para un total de 30.017.865 hectáreas aptas para su establecimiento; de ellas, 4.861.063 tienen una aptitud alta (A1); 5.380.799 tienen aptitud media (A2) y 19.776.003, aptitud baja (A3).

Palabras clave: ovinos, zonificación, aptitud, *Ovis aries*, criterios físicos, criterios socioecosistémicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, mapa de aptitud, evaluación de tierras.

Tabla de **contenido**

Índice de tablas 6
Índice de figuras 8
Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas 11
Lista de símbolos 13
Glosario 14
Introducción 18

1 **Antecedentes** 22

2 **Contexto sectorial** 26

2.1 Reseña histórica 27
2.2 Origen y clasificación taxonómica del ganado ovino 28
2.3 Sistemas de producción 30
2.3.1 Sistemas extensivos de producción 30
2.3.2 Sistemas semiintensivos de producción 30
2.3.3 Sistemas intensivos de producción 31
2.3.4 Sistemas de producción integrados con cultivos agrícolas 31
2.4 Aspectos sanitarios 33
2.4.1 Enfermedades de control oficial 33
2.4.2 Otras enfermedades 35

3 **Contexto mundial** 38

3.1 Población ovina en el mundo 39
3.2 Producción mundial de carne ovina 42
3.3 Comercio mundial de carne 45

4 **Contexto nacional** 50

4.1 Consumo nacional de carne ovina 54
4.2 Exportaciones de productos ovinos en Colombia 60
4.3 Importaciones de productos ovinos en Colombia 64
4.4 Marco político 69
4.5 Marco normativo 70
4.6 Alcance y limitaciones 76

5 **Marco conceptual** 78

6 **Marco metodológico** 84

6.1 Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT) 90
6.2 Criterios de análisis jerárquico 92
6.2.1 Criterios físicos 93
6.2.2 Criterios socioecosistémicos 100
6.2.3 Criterios socioeconómicos 106
6.3 Rangos de aptitud y exclusiones técnicas 114
6.3.1. Criterios y variables del componente físico 114
6.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico 123
6.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico ..... 130.
6.4 Exclusiones legales y condicionantes legales 134
6.5. Análisis multicriterio 147
6.5.1 Proceso analítico jerárquico (AHP) 147
6.5.2 Matriz del proceso analítico jerárquico 148
6.6. Análisis espacial y modelo cartográfico 152
6.7. Proceso de socialización y validación de la zonificación 158
6.7.1. Reconocimiento de sistemas de producción ovina 158
6.7.2 Reuniones de trabajo con el gremio 158
6.7.3 Validación de la zonificación 160

7 **Resultados** 166

8 **Conclusiones** 180

9 **Bibliografía** 186

Anexo 200

Índice de **tablas**

Tabla 1. Clasificación taxonómica de los ovinos 30

Tabla 2. Enfermedades oficiales diagnosticadas en Colombia.....35

Tabla 3. Principales países con inventarios ovinos en el mundo.....41

Tabla 4. Panorama mundial del mercado de carne ovina en millones de toneladas.....43

Tabla 5. Principales países con mayor rendimiento/peso en carcasa de carne ovina en el mundo (t).....44

Tabla 6. Exportaciones de carne de ovino, periodo 2017-2020.....46

Tabla 7. Importaciones de carne de ovino, periodo 2017-2020.....47

Tabla 8. Sacrificio de ganado por categorías según especies, IV trimestre (2019-2020)..... 56

Tabla 9. Variación anual y participación del sacrificio de ganado por categorías según especies, IV trimestre 2019-2020.....56

Tabla 10. Peso en pie según especies, IV trimestre 2019-2020.....57

Tabla 11. Peso en canal o carcasa según especies, IV trimestre 2019-2020.....57

Tabla 12. Precios nacionales de ovinos en pie, año 2018..... 59

Tabla 13. Partida arancelaria *Otras carnes de animales de especie ovina, congelada, sin deshuesar*.....61

Tabla 14. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*.....62

Tabla 15. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*.....65

Tabla 16. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*..... 67

Tabla 17. Marco político para la zonificación de aptitud de ovinos.....69

Tabla 18. Normograma para la zonificación de aptitud de ovinos.....70

Tabla 19. Cadena productiva de carne ovina en Colombia..... 90

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

Tabla 21. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico.....101

Tabla 22. Definición de criterios y variables del componente socioeconómico.....107

Tabla 23. Categorías de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo.....114

Tabla 24. Agrupaciones de pasturas por similitud en requerimientos edafoclimáticos, características morfológicas y calidades nutricionales.....116

Tabla 25. Rangos de aptitud del componente físico para la zonificación de aptitud para la producción de ovinos (*Ovis aries*) en pastoreo.....118

Tabla 26. Coberturas excluidas de la frontera agrícola nacional.....123

Tabla 27. Coberturas incompatibles con el TUT.....125

Tabla 28. Relación biomas-coberturas incompatibles con el TUT.....125

Tabla 29. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo 126

Tabla 30. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo 130

Tabla 31. Exclusiones legales.....135

Tabla 32. Condicionantes legales 139

Tabla 33. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico.....148

Tabla 34. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio.....148

Tabla 35. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....149

Tabla 36. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....151

Tabla 37. Matriz de paso para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....152

Tabla 38. Información recopilada en las entidades del Estado como insumo para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....153

Tabla 39. Socialización virtual de la zonificación para la producción de carne ovina en pastoreo.....159

Tabla 40. Áreas según categorías de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia, escala 1:100.000.....170

Tabla 41. Áreas aptas en hectáreas por departamento para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000.....172

Tabla 42. Municipios con mayor aptitud alta (A1) para la producción de carne ovina en Colombia a escala 1:100.000.....174

Tabla 43. Municipios con mayor aptitud media (A2) para la producción de carne ovina en Colombia a escala 1:100.000.....176

Tabla 44. Municipios con mayor aptitud baja (A3) para la producción de carne ovina en Colombia a escala 1:100.000.....178

Índice de **figuras**

Figura 1. Mejoramiento genético de ovinos en el municipio de Cucunubá, Cundinamarca, año 2015.....29

Figura 2. Muflón asiático, antepasado salvaje de la oveja doméstica.....29

Figura 3. Sistema semiintensivo de producción ovina. Banco de germoplasma C.I. Agrosavia, Obonuco, Nariño.....31

Figura 4. Sistema de producción ovina integrado a cultivos agrícolas, Cartago, Valle del Cauca.....32

Figura 5. Inventario mundial de ovinos, periodo 2014-2019.....41

Figura 6. Rendimiento/peso en carcasa de carne ovina en kilogramos, periodo 2014-2019.....45

Figura 7. Tendencia mundial de las exportaciones e importaciones de carne ovina, periodo 2017-2020.....49

Figura 8. Porcentaje de cabezas de ovinos por departamento, año 2020.....52

Figura 9. Distribución geográfica de ovinos por departamento, año 2020.....53

Figura 10. Crecimiento de la población ovina, periodo 2012-2020.....54

Figura 11. Producción de carne ovina, periodo 2010-2018.....58

Figura 12. Estructura de la cadena cárnica ovino-caprino en Colombia.....60

Figura 13. Comportamiento de las exportaciones, periodo 2015-2018.....61

Figura 14. Valor en USD (FOB) de las exportaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*, periodo 2015-2018.....62

Figura 15. Exportaciones en toneladas de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2010-2015.....63

Figura 16. Valor en USD (FOB) de las exportaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2010-2015.....64

Figura 17. Importaciones en toneladas de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*, periodo 2010-2019.....65

Figura 18. Valor en USD (FOB) de las importaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*, periodo 2010-2019.....66

Figura 19. Importaciones en toneladas de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2011-2017.....67

Figura 20. Valor en USD (FOB) de las importaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2011-2017.....68

Figura 21. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas.....80

Figura 22 Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....87

Figura 23. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....88

Figura 24. Criterios y variables del componente físico.....94

Figura 25. Criterios y variables del componente socioecosistémico.....101

Figura 26. Criterios y variables del componente socioeconómico.....107

Figura 27. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo...138

Figura 28. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo.....146

Figura 29. Proceso de análisis de información para la obtención del mapa de zonificación.....153

Figura 30. Modelo cartográfico integral de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.....156

Figura 31. Estrategias de socialización y validación en la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo...159

Figura 32. Explotación ovina, finca Las Mercedes, Aprisco del Caribe, Bosconia (Cesar).....161

Figura 33. Ovinos en corral de la raza *black belly*, finca Villa Clara, Valledupar (Cesar).....161

Figura 34. Sistema intensivo de ovinos en sabanas comunales: regreso de ovejas a los traspatios, corregimiento Los Venados, Valledupar (Cesar).....162

Figura 35. Ovinos y caprinos en pastoreo, finca San Mateo, corregimiento La Junta, San Juan del Cesar (La Guajira).....162

Índice de **figuras**

Figura 36. Socialización de los objetivos de la visita a líder indígena, ranchería Itakat, Albania (La Guajira).....163

Figura 37. Ovinos en pastoreo, ranchería Zapatamana, Albania (La Guajira).....163

Figura 38. Corral para el descanso de los ovinos, ranchería Mashamana, Maicao (La Guajira).....164

Figura 39. Ovinos en pastoreo en condiciones semidesérticas, Manaure (La Guajira).....164

Figura 40. Ovinos en pastoreo, ranchería Urraichi, Rioacha (La Guajira)..... 165

Figura 41. Producción ovina comercial de katahdin, finca Villagrata, San Antero (Córdoba).....165

Figura 42. Producción ovina de genética pura katahdin, rancho La Cuchilla, corregimiento Los Venados, Cereté (Córdoba)...166

Figura 43. Ovinos en corral, Villa Vieja (Huila).....166

Figura 44. Ovinos en explotación semiintensiva, Villa Vieja (Huila)..... 167

Figura 45. Mapa de zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia a escala 1:100.000.....171

Figura 46. Clasificación de aptitud en hectáreas y por departamentos para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia..173

Figura 47. Municipios con mayor aptitud alta (A1) para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia.....175

Figura 48. Municipios con mayor aptitud media (A2) para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia.....177

Figura 49. Municipios con mayor aptitud baja (A3) para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia.....179

Lista de **abreviaturas, acrónimos y siglas**

AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Áreas de concentración de especies sensibles
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (antigua Corpoica)
AHP	Proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process)
AICA	Áreas de importancia para la conservación de aves
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 para exportación
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Conpes	Consejo Nacional de Políticas Económicas y Sociales
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DEM	Modelo digital de elevación (*digital elevation model*)
DMI	Distrito de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENA	Estudio nacional del agua
ESAG	Encuesta de sacrificio de ganado
EE. UU.	Estados Unidos de América
FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
Fedeanco	Federación Nacional de Caprinocultores y Ovinocultores de Colombia (antigua ANCO)
Fedegán	Federación Colombiana de Ganaderos
FEP	Fondo de estabilización de precios
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario

FNG	Fondo Nacional del Ganado
FAOSTAT	Base de datos de estadísticas alimentarias y agrícolas de la FAO
FOB	Libre a bordo (*free on board*)
IAVH	Instituto de Investigación en Recursos Biológicos 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
IE	Integridad ecológica
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INAT	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
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
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
NFG	Nueva Federación Ganadera de Colombia
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
Panaftosa	Centro Panamericano de Fiebre Aftosa
PET	Población en edad de trabajar
PGN	Presupuesto general de la nación
RSPP	Registro sanitario de predio pecuario
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
STDF	Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras
SGC	Servicio Geológico Colombiano
UE	Unión Europea
UNAD	Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Unaga	Unión Nacional de Asociaciones Ganaderas Colombianas
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture)
Zidres	Zonas de interés de desarrollo rural económico y social

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
m	metro
m^2	metro cuadrado
m^3	metro cúbico
mm	milímetro
ppm	partes por millón
t	toneladas métricas
Mt	millones de toneladas

Glosario [T1]

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 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 (Minsalud, 2007).

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 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 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).

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).

Cordero: Ejemplar animal, de menos de un año, de cualquier especie del género *Ovis*, en especial, de la oveja doméstica (FAO, 2020).

Criterio: Conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural (UPRA, 2019).

Enfermedad de control oficial: Enfermedades que afectan a la producción pecuaria, para la cual el ICA adelanta actividades de vigilancia, inspección y control (ICA, 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, 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 ál., 1995).

Exclusiones legales: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de proyectos productivos del sector agropecuario (UPRA, 2015).

Forraje: Lo conforman gramíneas y leguminosas; sin embargo, se han evaluado otras familias botánicas que tienen potencial de uso en la nutrición animal (Mejía, 2002).

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 del 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 (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 es un aspecto de la calidad (ICA, 2020).

Integridad ecológica (IE): 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 (Ciontescu, 2012; Mackey, 2005).

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 ovina está representada por las estructuras anatómicas que quedan luego de que un animal 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 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).

Uso consuntivo: Requerimiento de agua neta para el arreglo de cultivos (Ideam, 2010).

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, 2013). En tal sentido, la eficiencia está referida tanto a la sostenibilidad integral como a la competitividad de los sistemas productivos. (UPRA, 2015).

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 las 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

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, «Pacto por Colombia, pacto por la equidad» (Ley 1955 de 2019), en los apartados «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.

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 MADR 299 de 2019, 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*. Este 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, 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 El proyecto formulado, 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*. Se enfoca en las intervenciones para mejorar el acceso, uso y aprovechamiento adecuado de las tierras rurales, que constituye 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 para la regulación del mercado de tierras. De acuerdo con esto, la Dirección del Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras (DUESAT) de la UPRA propuso desarrollar estudios cuyo propósito ha consistido en generar instrumentos técnicos para la definición de políticas públicas a cargo tanto del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como de las entidades adscritas.

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 ha sido limitado. La causa: el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, pues deja subordinados, y hasta olvidados, los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y la definición de políticas 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. Para ello, 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 procesos físicos, socioecológicos y socioeconómicos que describen la heterogeneidad y particularidad de cada área geográfica (Ortiz et ál., 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). Para esto, se basó en el enfoque FAO en lo relativo a las estrategias de aplicación e incorporó los aspectos socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), políticos y de gobernabilidad. Esta metodología se fundamenta en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos y socioecosistémicos se integran en una matriz (biofísica) y los socioeconómicos, en otra. Los criterios y las variables se ponderan de acuerdo con las características de una determinada cadena productiva, cluego de lo cual se consolida una matriz de paso entre los dos mapas intermedios para obtener resultados de zonas aptas para un determinado uso.

En el marco de esta 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, entre las que se destacan las siguientes agrícolas: 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. Por su parte, 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 la avicultura en el año 2016; seguida del mapa de zonificación de aptitud para el sector porcícola a nivel nacional en el año 2018; 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. Para el 2020, se inició con la definición de zonas aptas para la producción de búfalos en pastoreo.

Por lo anterior, la UPRA inició en el 2020 la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000. Esta zonificación contó, en sus diferentes fases, con

la activa participación de los actores de la cadena; las asociaciones colombianas de criadores de ovinos (Asoovinos y Fedeanco); el MADR a través de la Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas; la Secretaría Técnica de la cadena ovino/caprina; el ICA; Agrosavia; y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt de cuyos resultados orientaron los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural para este subsector.

Dentro de los objetivos específicos de esta zonificación se encuentran los siguientes:

- Elaborar los lineamientos técnicos y metodológicos para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000, mediante la definición de criterios y variables que incidan en la delimitación de áreas con aptitud.

- Definir los procesos de integración de los criterios para la zonificación, identificación y estandarización de la información geográfica disponible en bases de datos asociadas.

- Elaborar, con base en la metodología propuesta, el mapa de zonas aptas para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en Colombia a escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro capítulos. En el primero, se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la reseña histórica; el origen y la clasificación taxonómica; los sistemas de producción; los aspectos sanitarios; la importancia económica del sector ovino a nivel internacional y nacional; y los marcos político y normativo asociados. El segundo describe los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud. El tercero expone la metodología empleada, incluyendo los criterios usados dentro de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico; la evaluación y ponderación para la obtención del mapa de zonificación de aptitud; y las técnicas de análisis utilizadas. Por último, el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos en la identificación de las áreas aptas para la producción de carne ovina, se exponen las conclusiones y se citan las referencias bibliográficas consultadas.

Al final, se presenta el anexo que contiene las fichas metodológicas de los criterios y las variables utilizados en la zonificación de aptitud, donde se describen los rangos, datos, análisis y procesamiento y los mapas respectivos, así como las fuentes de información utilizadas para su obtención.

1. Antecedentes

Desde el 2014, la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) viene realizando diferentes zonificaciones de aptitud a escala 1:100.000 para todo el territorio colombiano. Entre estas zonificaciones, se destacan las plantaciones forestales comerciales, a saber: 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 y papa de la variedad diacol capiro para uso industrial. Actualmente, se está adelantando la revisión de los mapas de aptitud para los cultivos de maracuyá, gulupa, granadilla, maíz tradicional y soya.

En el sector pecuario, se desarrollaron las zonificaciones de aptitud para la avicultura en granjas, la porcicultura tecnificada y la ganadería bovina vacuna de leche y carne; se están terminando las zonificaciones de carne bufalina y caprina. 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 de carne ovina (*Ovis aries*) para Colombia a escala 1:100.000 contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA. Además, permite fortalecer el desarrollo de políticas del sector, priorizar la consolidación de posibles núcleos productivos y orientar inversiones a escala nacional o regional. Es decir: la zonificación es parte del proceso de planificación agrícola 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 en la producción de carne y la otra, en 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. Al ser estos los primeros ejercicios de zonificación en este tipo de ganadería (bovinos) en el país, su desarrollo se basó en los principios 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).

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 angleton (*Dichantium aristatum*) y climacuna (*Dichantium anulatum*); brachiaria común y basilisk (*Cumbens*); estrella (*Cynodon nlenfuensis*); guinea común (*Megathyrsus maximus*); humidícola (*Brachiaria humidícola*); kikuyo (*Cenchrus clandestinus*); pará o admirable (*Brachiaria mutica*); y raygrass anual (*Lolium multiflorum*). Es importante mencionar que las gramíneas constituyen la base de la oferta forrajera, pero 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, como lo definió Embrapa en Brasil a través de una propuesta metodológica de evaluación de tierras (Pereira y Lombardi, 2004), así como los sistemas cuantitativos de evaluación de tierras por INTA en Argentina, basados en criterios físicos (Morales et ál., 2015).

México ha sido uno de los países de América que más ha trabajado la especie ovina. Se destacan estudios relacionados con la zonificación ovina, como el de *Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en Tlaxcala*, que tuvo por objetivo analizar la producción de ovinos asociada

a la agricultura de temporada y agrupar municipios en territorios con base en las características de los sistemas de producción de ovinos. Aleatoriamente, se seleccionaron seis municipios del estado de Tlaxcala, sobre los cuales se emplearon cartas geográficas sobre el uso del suelo, cuerpos de agua y tipos de vegetación. Y se colectó información de tipo social, técnico y económico relacionada con 228 familias campesinas, elegidas al azar, que criaban ovinos. Los datos fueron analizados con el análisis de varianza convencional y el análisis discriminante canónico. Se detectó diferencia entre municipios ($p < 0,05$) para la mayoría de las variables sociales, productivas y económicas. Las variables discriminantes entre municipios fueron la carga animal, los ingresos netos anuales, el tamaño de rebaño y los ingresos anuales por ventas. Se identificaron dos territorios que se clasificaron como ovinos-cereales y producción de ovinos con uso de recursos múltiples (Galaviz et ál., 2011).

También se destacan los trabajos realizados en otros países de Suramérica, como el 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, *Trifolium 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.

2. Contexto sectorial

En este ítem se desarrollarán de forma breve y general la reseña histórica de los ovinos en Colombia; el origen y clasificación taxonómica del ganado ovino; el sistema de producción; los aspectos sanitarios y otros tipos de enfermedades que afectan a este tipo de producción pecuaria.

2.1 Reseña histórica

Los primeros ovinos que entraron a Colombia fueron razas ibéricas productoras de leche (churra y manchega) provenientes de la inmigración al continente de los españoles y los británicos, que permitieron suplir con proteína de carne y leche las necesidades nutricionales de los conquistadores, como complemento a los productos nativos como el maíz, la papa, la yuca y una gran variedad de frutas y vegetales (Gómez y Lara, 2014). Por su parte, las haciendas jesuitas en el siglo XVI fueron importantes partícipes en la consolidación de los hatos lecheros y rebaños ovinos, dando origen a lo que hoy representa una de las principales actividades económicas.

En el siglo XIX, se afianzó la hacienda como estructura de la tenencia de la tierra y la colonización activa (antioqueña principalmente) con la ampliación del hato ganadero y la producción lechera en el país, cuya alternativa viable fue la producción ovina para atender las necesidades de los hacendados.

La llegada de la ganadería generó cambios en el paisaje, debido a la sustitución de sabanas nativas por pasturas que soportaran el pisoteo. Dada la diversidad de alimentos disponibles, la ovinocultura se expandió rápidamente desde el sur en las pampas argentinas, Brasil, Paraguay y los llanos de Colombia y Venezuela (Cruz, 2018).

Desde 1930 se establecieron entidades como el Incora, el ICA y la Caja de Crédito Agrario que, con la Comisión de Nebraska, desarrollaron investigaciones sobre nuevas especies de pastos y forrajes dirigidas a la producción especializada de carne y leche, así como a la producción de rumiantes menores. Del mismo modo, el ovino de pelo u ovejas africanas rojas (etíopes) llegó a Colombia por la Costa Atlántica, gracias a los comerciantes que negociaban con Aruba y Curazao, y a contrabandistas de las islas del Caribe y La Guajira. En 1940, las ovejas africanas fueron introducidas al interior del país por el señor Manuel Mejía para su comercialización en los municipios de Armero, Honda y Venadillo (Bulla, 2014).

En el año 1970, el Incora importó de Trinidad y Tobago 25 ejemplares de la raza persa cara negra, con el objetivo de mejorar las producciones en las áreas del municipio de Timaná (Huila).

El proyecto ovino en Colombia se inició a finales de febrero de 1975 y durante el primer año se ocupó del desarrollo y preparación de la granja *Don Benito,* ubicada en el municipio de Zipaquirá, Cundinamarca, que estaba abanderada para la llegada de los ovinos y de los arreglos para importación del Reino Unido (ICA, 1980). El proyecto se enfocó en determinar las zonas del país propicias para la crianza de ovinos de lana. Los objetivos incluyeron la definición de áreas apropiadas para la cría comercial, la recuperación de información

Figura 1. Mejoramiento genético de ovinos en el municipio de Cucunubá, Cundinamarca, año 2015

Fuente: ICA, 2015.

relacionada con la cultura ovina y el entrenamiento del personal vinculado con la industria (ICA, 1980).

El propósito principal de la ovinocultura en Colombia consistió no sólo en mejorar el animal criollo mediante cruzamientos y sistemas adecuados de manejo, sino también en aumentar la capacidad de carga ovina por medio del manejo del pasto, el estudio del valor nutritivo de la vegetación en diferentes regiones y la determinación de la calidad de la carne y lana para satisfacer las exigencias de los mercados locales y de exportación, como se puede observar en la Figura 1. En el país, el gremio ovino y caprino está representado por la Federación Nacional de Caprinonocultores y Ovinocultores de Colombia (Fedeanco) y por la Asociación de Criadores de Ganado Ovino de Colombia (Asoovinos).

2.2 Origen y clasificación taxonómica del ganado ovino

La oveja es uno de los primeros animales de producción primaria en ser domesticado por el hombre, lo cual se remonta a entre el 9000 y el 11.000 a. C., con la domesticación del muflón salvaje en la antigua Mesopotamia (ver Figura 2).

La domesticación de los ovinos salvajes ocasionó cambios morfológicos, fisiológicos y de comportamiento, como disminución o aumento del tamaño del cuerpo; cambios en el patrón de distribución de la grasa, dependiendo de la disponibilidad de comida y agua; cambios en la forma y el tamaño de los cuernos, ya que no era necesario confrontar y evadir a los depredadores; pérdida de la capacidad de camuflaje, lo que derivó en ovinos de varios colores y diversos tipos de pelo (Zohary, 1998).

Figura 2. Muflón asiático, antepasado salvaje de la oveja doméstica

Fuente: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles, 2017

Desde la domesticación, los ovinos son muy apreciados por el hombre por sus diferentes propósitos, ya que no solamente proveen alimento (carne y leche), sino que también suministran lana o piel que se usa para la vestimenta (Rocha et ál. 2011). Ante las diversas finalidades y la capacidad de adaptarse tanto a la geografía como a las condiciones climáticas, se inició la clasificación de los tipos de razas. En cuanto a la parte productiva, se pueden especializar en un solo producto, como carne, leche o lana, o presentar varias características, es decir, tener un doble propósito (Zervas y Tsiplakou, 2011). En la Tabla 1 se presenta la clasificación taxonómica de este grupo de animales.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de los ovinos

Reino	*Animalia*
Subfilo	*Vertebrata*
Clase	*Mammalia*
Orden	*Artiodactyla*
Suborden	*Ruminantia*
Famila	*Bovidae*
Subfamilia	*Antilopinae*
Género	*Ovis*
Especie	*Ovis aries*

Fuente: Naturalista, 2023.

2.3 Sistemas de producción

En la mayoría de las regiones del mundo existen cuatro sistemas de producción de ovejas, que se describirán a continuación.

2.3.1 Sistemas extensivos de producción

Bajo este tipo de sistema, las ovejas pastorean sobre grandes áreas, usualmente ubicadas en tierras marginales que son inapropiadas para otras formas de agricultura. Este sistema incluye patrones nómadas, trashumantes y sedentarios de producción, caracterizados así porque los animales son constantemente transportados, pastorean a voluntad y no se presenta ningún tipo de suplementación con alimentos concentrados o sales mineralizadas. Este sistema tiene la ventaja de abaratar los costos de producción en alimentación e instalaciones, pero sus rendimientos productivos suelen ser bajos (Grajales, 2011).

2.3.2 Sistemas semiintensivos de producción

Este sistema representa una combinación entre lo extensivo y lo intensivo. Los animales pastorean en el día; en la tarde-noche, son estabulados y se les proporciona un suplemento alimenticio, lo cual requiere una inversión en instalaciones y alimentos concentrados. Generalmente, este sistema presenta moderados rendimientos productivos (Grajales, 2011). Hoy en día, el 80 % de las ganaderías ovinas de Colombia desarrolla este sistema (ver Figura 3).

Figura 3. Sistema semiintensivo de producción ovina. Banco de germoplasma C.I., Agrosavia, Obonuco, Nariño

Fuente: Vásquez, 2017.

2.3.3 Sistemas intensivos de producción

Para el sistema intensivo se requieren instalaciones para una producción estabulada y provisión de concentrados alimenticios de gran valor proteico y energético. Aunque es un sistema que tiene la desventaja de requerir mayores costos (instalaciones y mano de obra), facilita el manejo de los animales y permite obtener mejores índices productivos en carne y leche y, por tanto, mayor rentabilidad (Grajales, 2011).

2.3.4 Sistemas de producción integrados con cultivos agrícolas

Bajo estos sistemas de producción, los ovinos pastorean sobre áreas sembradas. Las ventajas que ofrecen se asocian al incremento en la fertilidad del suelo mediante el aporte de heces y orina, el control de malezas, la reducción de fertilizantes, las buenas tasas de crecimiento en producción de carne y leche, la reducción en los costos de alimentación y mejores retornos económicos en ingresos por la producción del cultivo y del sistema animal, como se puede consultar en la Figura 4 (Grajales, 2011).

Figura 4. Sistema de producción ovina integrado a cultivos agrícolas, Cartago, Valle del Cauca

Fuente: Vásquez, 2018.

En la presente zonificación de aptitud para la producción de ovinos (*Ovis aries*) en pastoreo, se tuvo como marco de análisis el pastoreo de gramíneas como base forrajera, las cuales se utilizan como referencia para determinar la aptitud de las tierras. No obstante, es pertinente aclarar que las praderas pueden estar compuestas también por leguminosas y otras familias de forrajes, tipo herbáceas, arbustivas o arbóreas, que amplían la oferta forrajera y los servicios ecosistémicos.

Las gramíneas y leguminosas son las plantas que constituyen principalmente una pradera: las primeras poseen la capacidad de establecerse y recuperarse rápidamente; en tanto que las segundas son una fuente importante de proteínas y minerales. Además de estas y las plantas herbáceas, en los sistemas silvopastoriles se encuentran otras plantas que enriquecen la oferta forrajera, como arbustos y árboles (Bernal, 1994). Sin embargo, el principal soporte del pastoreo son las gramíneas, plantas vasculares importantes, tanto por el número de especies que contiene (más de 10.000) como por su importancia económica y ecológica para la producción de carne ovina (Giraldo y Cañas, 2010). Las gramíneas son componentes de buena parte de los ecosistemas terrestres por su distribución cosmopolita; las estepas, las sábanas y las praderas están dominadas por ellas. Su difusión es el caso típico de adaptación recíproca: en primer lugar, por el hombre y, en segundo lugar, por los herbívoros.

Las gramíneas son los principales constituyentes de las praderas y las sábanas que alimentan al ganado ovino, por lo que, la carne y la leche son productos generales de ellas (Chase et ál., 1972, como se citó en Giraldo, 2013). Algunas gramíneas,

ricas en carbohidratos y proteínas, contienen cantidades considerables de minerales, vitaminas y lípidos; sin embargo, no todos los componentes de las gramíneas contienen esos nutrientes directamente disponibles (FAO, 2020).

2.4 Aspectos sanitarios

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

La sanidad está encaminada a preservar la salud y la vida de los animales; prevenir el ingreso de enfermedades a los sistemas productivos; controlar y erradicar las enfermedades presentes en el país. Además, es un componente esencial del bienestar animal, pues vela porque no presenten ningún tipo de alteración física o mental que pueda perjudicar el estado de salud del animal.

A continuación, se hace un breve recuento de las enfermedades de control oficial y de declaración obligatoria en Colombia que afectan a los ovinos, con base en la susceptibilidad que presentan algunas áreas del país frente a su efecto en la producción de carne y leche. Como ejemplo de esto, existen zonas que brindan al murciélago (*Desmodus rotundos*), vector de la rabia de origen silvestre, condiciones propicias para el endemismo, lo que facilita la infección en los animales.

2.4.1 Enfermedades de control oficial

Fiebre aftosa: enfermedad de origen viral que restringe el comercio de animales, genética, carne y leche. Es causada por el virus *Aphtovirus picornaviridae* y 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 la boca, incluyendo lengua y labio, ubres y pezuñas, aunque los síntomas pueden variar dependiendo de la cepa que cause la enfermedad (OIE, 2020).

Aunque las zonas de frontera constituyen una constante amenaza de adquirir esta enfermedad, algunas zonas de alta vigilancia de 15 kilómetros se encuentran reglamentadas a lo ancho de la frontera con Venezuela. Según la Resolución 3333 de 2010, estas zonas abarcan los municipios de La Primavera, Puerto Carreño, Cravo Norte, Arauquita, Saravena, Cubará y Arauca, en los departamentos de Arauca, Boyacá y Vichada. Según la Resolución 4693 del 2012, también abarcan el *buffer* de 15 kilómetros en la frontera con Ecuador, en los departamentos de Nariño y Putumayo.

Brucelosis: enfermedad bacteriana infectocontagiosa de distribución mundial con importantes consecuencias económicas, ya que reduce el rendimiento productivo y reproductivo de los animales. Es causada por la *Brucella abortus* y por *Brucella melitensis*.

Afecta principalmente a bovinos, porcinos, ovinos, caprinos, equinos, búfalos, caninos, camélidos, bisontes, alces y algunos mamíferos marinos.

A pesar de que presenta una baja morbilidad en animales adultos, se caracteriza por reducir el rendimiento reproductivo. En hembras ovinas, genera abortos, infertilidad, retención placentaria, mortalidad neonatal o debilidad de la progenie; en hembras no gestantes, puede presentarse de forma asintomática, pero en los reproductores podría llegar a provocar epididimitis, orquitis, vasculitis seminal o abscesos testiculares. Es una enfermedad zoonótica que puede generar signos clínicos insidiosos y súbitos; los más comunes se asocian a un estado febril agudo intermitente, que se detiene y vuelve a aparecer fuertemente con síntomas inespecíficos similares a una gripe, pero con una gran debilidad física y dolores de cabeza agudos. Algunos pacientes se recuperan espontáneamente, mientras otros desarrollan síntomas persistentes que generalmente aumentan hasta llegar a la muerte. Las pocas muertes que provoca esta enfermedad se encuentran relacionadas con la endocarditis o la meningitis (OMS, 2020).

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 y afecta principalmente el sistema nervioso del huésped. Se referencian dos tipos de rabia: una de origen silvestre y otra de origen urbana. Causada por la *Lyssavirus* de la familia *Rhabdoviridae*, afecta animales de sangre caliente, como bovinos, equinos, porcinos, ovinos, caprinos y caninos. Es la enfermedad zoonótica más importante del mundo. Se caracteriza por presentar una encefalomielitis no supurativa y por signos neurológicos variables.Predominan síntomas paralíticos, ataxia de extremidades superiores (incoordinación motora), midriasis (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 el *Desmodus rotundus*) o por contacto directo de la saliva infectada con una herida abierta o la membrana mucosa (ICA, 2020).

Tuberculosis: enfermedad bacteriana, infectocontagiosa de evolución crónica. Es causada por el bacilo *Mycobacterium bovis,* por lo que es el bovino su reservorio natural, pero otras micobacterias, como el *M. tuberculosis* (humano) y el complejo *M. avium* (aviar), pueden infectar al bovino (ICA, s.f). Es la principal enfermedad de animales domésticos en todo el mundo y 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 debilidad, pérdida de apetito, fiebre fluctuante, tos seca e intermitente, diarrea, ganglios linfáticos grandes y prominentes, deterioro general de salud, por la afectación al aparato respiratorio y digestivo, y finalmente causa la muerte. Esta es una enfermedad considerada como zoonótica por el consumo de vísceras o leche de animales infectados o por inhalación de aerosoles de estos.

De Igual manera, el ICA rutinariamente ha realizado el diagnóstico de casos aislados de enfermedades de control oficial, las cuales son reportadas en la Tabla 2.

2.4.2 Otras enfermedades

Los ovinos son animales rústicos y resistentes a múltiples enfermedades, lo que los posicionan como una alternativa para medianos y pequeños productores. No obstante, es importante manejar un plan sanitario que esté enfocado en el control, prevención y erradicación de las entidades que afectan los sistemas de producción y, permita reforzar las medidas de manejo y diagnóstico para evitar pérdidas económicas por disminución en la producción. A continuación, se mencionan las enfermedades que no son de control oficial, pero que son de importancia para la especie.

Enfermedades parasitarias: aunque no son consideradas de control oficial, son la principal afección que sufre el rebaño nacional. Actualmente, los parásitos constituyen una gran amenaza en la producción de ovinos de carne, cuya presencia es especialmente frecuente en los rebaños en pastoreo. La mayoría de los parásitos es responsable de las mermas productivas, aunque muchas veces son difíciles de cuantiar. Los animales jóvenes suelen ser más susceptibles y, en ellos, es más frecuente la presencia de cuadros agudos que incluso pueden ser fatales. Los adultos suelen mostrar procesos crónicos acompañados de pérdidas indirectas, como la reducción de la ganancia de peso o de la calidad de la lana, así como la aparición de problemas de infertilidad, que pueden repercutir negativamente sobre la producción.

Tabla 2. Enfermedades oficiales diagnosticadas en Colombia

Año	Enfermedad	Agente	Diagnóstico
1981	Aborto enzoótico	*Chlamydia abortus*	Animales de importación
2007	Lengua azul	Mosquitos *Culicoides*	Animales importados de México
2007	*Maedi visna*	*Lentivirus* de ovejas y cabras	Animales importados de México
2015	Ectima contagiosa	Enfermedad de origen viral	Diagnóstico de rutina

Fuente: ICA, 2018.

Los parásitos más frecuentes en corderos tienden a producir infecciones por protozoos, como el *Cryptosporidium* (transmisible al hombre) y la *Eimeria* spp. En ambos casos, los corderos se infectan al ingerir formas de resistencia de los parásitos (ooquistes esporulados) eliminados con las heces de otros animales parasitados. Por ello, ciertas condiciones, como el hacinamiento o la falta de higiene en los establos, contribuyen notablemente a la propagación de estos parásitos. Se debe considerar que, mientras el *Cryptosporidium* afecta principalmente a corderos menores de dos semanas, las infecciones por la *Eimeria* spp. se manifiestan a partir de la tercera semana. Ambos parásitos causan problemas digestivos caracterizados por la aparición de diarrea amarillenta de consistencia pastosa o líquida en el *Cryptosporidium* y de aspecto sanguinolento o mucoso en la *Eimeria* spp. Además, los corderos 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 en la aplicación de correctas prácticas de limpieza e higiene para evitar la acumulación de materia fecal en los establos (Suárez et ál., 2007).

Entre los parásitos más frecuentes en ovinos adultos que afectan con frecuencia al ovino en pastoreo, se 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 huéspedes intermediarios. La presencia de estos parásitos en los rebaños depende 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, se destacan el *Trichostrongylus* spp, la *Teladorsagia* y el *Haemonchus* spp. La ingestión de larvas que contaminan el pasto puede dar lugar a las llamadas *gastroenteritis parasitarias*, caracterizadas por la aparición de cuadros clínicos en función del parásito implicado. Así, el *Haemonchus* spp. causa diarreas sanguinolentas y anemia más o menos marcada.

En lo que respecta a los cestodos, se destaca el género *Moniezia*, de especial importancia en corderos. 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 la *Fasciola hepática* y el *Dicrocoelium dendriticum*, cuyas fases infectantes (metacercarias) se localizan en los

pastos y en hormigas, respectivamente. 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, pues producen pérdida de condición corporal con adelgazamiento progresivo en los animales.

En el ovino en pastoreo es muy frecuente la afectación por larvas de la mosca *Oestrus ovis*. La infestación se produce cuando las moscas depositan las larvas en las fosas nasales de las ovejas, las cuales migran hacia la faringe y los senos paranasales. Coloquialmente, la enfermedad se conoce como *miasis cavitaria de la nariz* o *falsa modorra* y se caracteriza por la aparición de catarro nasal, con abundantes secreciones, estornudos y respiración dificultosa. En casos graves, pueden aparecer signos nerviosos, como descoordinación, posturas anómalas o giros de cabeza. Cabe advertir que esta mosca también puede llegar a afectar a los humanos. Dado que en toda explotación ovina la reproducción es primordial, es importante considerar al toxoplasma *gondii* como un agente parasitario frecuentemente responsable de problemas reproductivos, pues es una de las causas más constantes de muerte embrionaria y perinatal en el ganado ovino, 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 hospederos definitivos (Suárez et ál., 2007).

Problemas podales en ovinos: una buena locomoción es necesaria en todo tipo de rebaño para el pastoreo efectivo y la eficiencia reproductiva. Las patologías podales afectan directamente el bienestar del animal e indirectamente producen pérdidas económicas considerables, debido a un menor desarrollo, infertilidad temporal de los carneros, pérdida de peso, menor producción láctea, menor producción de carne, desvalorización del animal y una prematura eliminación del rebaño (Tadich et ál., 2000). La prevalencia de las cojeras varía mucho de un rebaño a otro por diversos factores, como el clima, la alimentación, la edad, la intensificación de las explotaciones, el encierro nocturno, el confinamiento y los despalmes periódicos (Tadich et ál., 2000).

Foot rot: es una enfermedad infecciosa que ataca los pies de ovinos de cualquier edad, sexo o raza, pero la más susceptible es la 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 dos semanas fuera de los tejidos animales. En los periodos secos, su resistencia es aún menor. El otro microorganismo es el *F. necroforus*, considerado como contaminante normal del suelo, por lo que no es posible su erradicación. La enfermedad se presenta cuando existen ambientes húmedos.

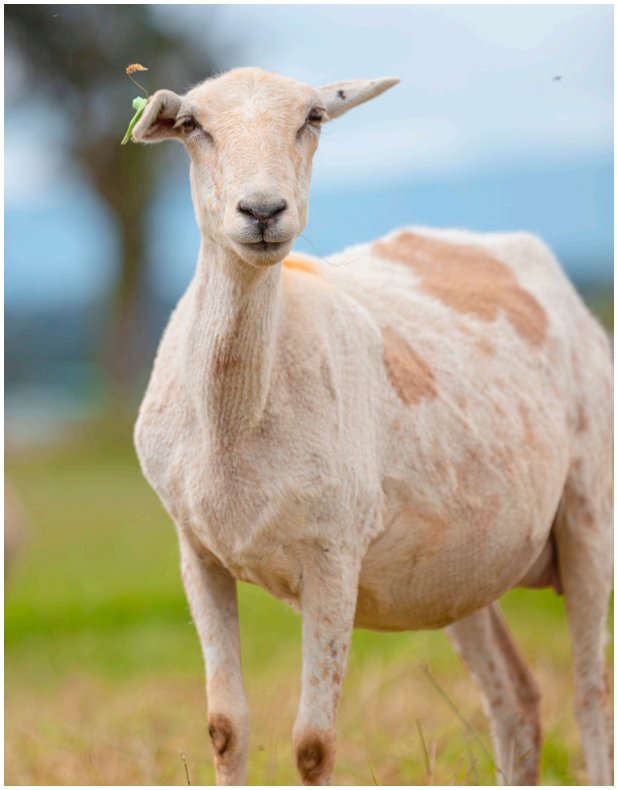
3. Contexto mundial

De forma sucinta, se aborda a continuación la situación de la población, producción y comercio mundial de la carne ovina.

3.1 Población ovina en el mundo

La oveja, por su capacidad de adaptabilidad, rusticidad y manejo, es una de las especies con mayor distribución mundial. Es parte importante de la economía agrícola mundial, aunque su estatus, antiguamente fundamental, ha sido reemplazado en gran medida por otras especies, como el cerdo, el pollo y la vaca. En 2014, China, Australia, India e Irán tenían los mayores rebaños a nivel mundial, con lo cual se atendía tanto a las necesidades locales como la exportación de lana y corderos. Países como Nueva Zelandia, tienen rebaños más pequeños, pero conservan un gran impacto económico internacional debido a la exportación de productos ovinos. Las ovejas también juegan un papel importante en muchas economías locales, como nichos de mercado centrados en la agricultura ecológica o sostenible y la producción orientada a clientes que demandan alimentos locales. Sobre todo en los países en vías de desarrollo, estos rebaños pueden ser parte de una agricultura de subsistencia en lugar de un sistema de comercio. También pueden ser un medio de comercio en economías de trueque (FAOSTAT, 2020).

Las ovejas domésticas proporcionan una gran variedad de materias primas. La lana fue uno de los primeros productos textiles, aunque a finales del siglo XX los precios comenzaron a caer drásticamente como resultado de la popularidad y los bajos precios de las fibras sintéticas. Para muchos ganaderos, el coste de la esquila es superior que el del posible beneficio del vellón, por lo que la subsistencia en el negocio de la producción de lana resulta prácticamente imposible sin los subsidios agrícolas. Además de la industria textil, la lana también se utiliza como material en la fabricación de productos alternativos para el aislamiento. En el siglo XXI, la venta de productos cárnicos ha sido el sector empresarial más rentable de la industria ovina, aunque se consume mucho menos que la de pollo, cerdo o ternera (FAOSTAT, 2021).



La zalea se utiliza para la fabricación de ropa, calzado, alfombras y otros productos. Los derivados del sacrificio también tienen valor: el sebo puede utilizarse para la fabricación de velas o jabón; los huesos y cartílagos se han utilizado para fabricar artículos tallados, como dados, botones, pegamento y gelatina. Los intestinos de las ovejas adultas se pueden utilizar en las envolturas de embutidos; los de los corderos, como suturas quirúrgicas o como cuerdas para instrumentos musicales y raquetas de tenis. Sus excrementos se pueden vender como fertilizantes naturales y, por su alto contenido en celulosa, esterilizados y mezclados con la pasta tradicional, se pueden utilizar en la fabricación de papel. De todos los subproductos de la producción de ovejas, tal vez el más valioso es la lanolina, una sustancia grasa resistente al agua que se encuentra de forma natural en la lana y que se utiliza como base para gran número de cosméticos y otros productos (FAOSTAT, 2021).

En el mundo, los ovinos se contemplan como una oportunidad pecuaria para la población campesina. En la Tabla 3 se muestra el inventario de animales para el periodo 2014-2019, donde China reporta el mayor inventario ovino para 2019, con 13,2 % de la participación mundial; seguido por Australia, con 7,4 %; India, con una participación próxima del 6,0 %, y países como Nigeria, Sudán e Irán, con una representación cercana al 3,0 %.

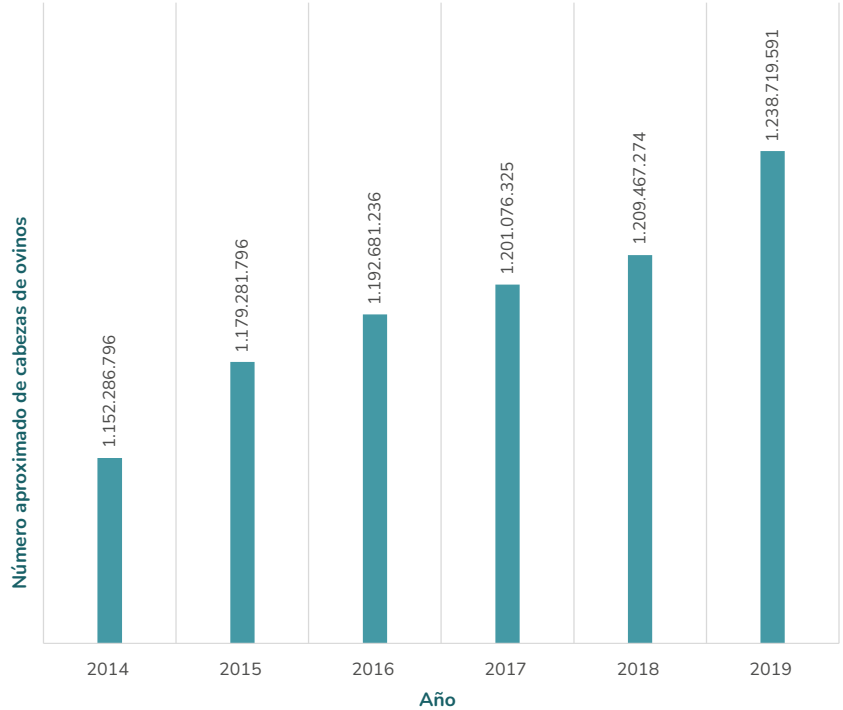
Según la FAOSTAT, en el año 2019 el inventario mundial llegó a un aproximado de 1.238.719.591 cabezas, de lo cual se observó un aumento anual gradual entre los años 2014 y 2019 cercano al 7,5 %, (ver Figura 5).

Tabla 3. Principales países con inventarios ovinos en el mundo

País	Año/número de cabezas					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
China	152.770.240	162.237.921	166.668.004	164.079.105	161.388.403	163.489.800
Australia	72.612.000	70.909.812	67.543.092	72.125.334	70.067.316	92.577.254
India	63.000.000	66.694.432	68.456.308	69.986.594	71.587.950	74.260.615
Nigeria	41.284.022	41.632.158	43.418.947	44.504.420	45.721.302	46.893.030
Sudán	39.846.000	40.210.000	40.612.000	40.752.000	40.846.000	40.896.000
Reino Unido	33.743.000	33.337.000	33.943.000	34.832.000	33.781.000	33.580.000
Irán	31.420.569	44.731.757	42.620.402	40.029.687	39.998.423	41.303.611
Etiopía	29.332.382	28.892.380	30.697.942	31.840.682	31.688.157	31.849.003
Turquía	29.284.247	31.140.244	31.507.934	30.983.933	33.677.636	35.194.972
República del Chad	24.495.000	26.436.170	28.529.915	30.789.484	33.230.856	35.863.764
Otros países	634.020.544	637.682.239	643.362.881	651.196.304	655.762.599	669.633.388
Total	**1.151.808.004**	**1.183.904.113**	**1.197.360.425**	**1.211.119.543**	**1.217.749.642**	**1.265.541.437**

Fuente: FAOSTAT, 2021.

Figura 5. Inventario mundial de ovinos periodo 2014-2019



Fuente: FAOSTAT, 2020.

3.2 Producción mundial de carne ovina

El consumo de carne de las principales especies domésticas ha aumentado rápidamente durante la última década en el mundo, debido al incremento en la demanda de los países en desarrollo. Según las previsiones de futuro de la OCDE al año 2024, a pesar de que el aumento del consumo de carne crecerá más rápidamente en los países en desarrollo durante la próxima década, los niveles de consumo absoluto por habitante se mantendrán todavía en menos de la mitad de los niveles de los países desarrollados. No obstante, se espera que el crecimiento para los próximos años se produzca a un ritmo menor que durante la pasada década, gracias a la lenta recuperación de la economía mundial y a un crecimiento de la población a una escala ligeramente inferior a la prevista hace unos años (Gómez, 2020). En cuanto a los rumiantes se refiere, se espera que la demanda de carne de vacuno aumente muy ligeramente al 2024, mientras que el ovino también lo hará, pero a un ritmo algo superior (Gómez, 2020).

Frente a los continuos descensos del consumo de carne de ovino en Europa, otras regiones del mundo aumentan sus cuotas, de tal forma que la producción de este tipo de carne aumentará en los próximos años y estará determinado por la fuerte demanda de China y Oriente Medio. China es el principal consumidor de carne de cordero del mundo, con cerca de 4 millones de toneladas al año, lo que representa cerca del 30 % del total del consumo mundial. A nivel global, el comportamiento del consumo ha sido distinto en los últimos años según la región analizada, ya que China, Argelia, Afganistán y Nigeria han experimentado incrementos del consumo de este tipo de carne, mientras que en el otro extremo se encuentran las regiones con tendencia decreciente de la demanda, como son la UE, Australia, Nueva Zelanda y EE. UU. (Gómez, 2020).

Estos cambios en las tendencias de consumo han hecho variar los censos del sector ovino, de tal forma que, según lo esperado, China ha ido aumentando su aprisco hasta los 185 millones de cabezas, según datos de FAOSTAT. No obstante, los países que más han aumentado su censo han sido Arabia Saudí y Argelia, en primer y segundo lugar, con aumentos de cerca de 5 millones de animales para el periodo 2000-2013, según la misma fuente. En consecuencia, las producciones de carne de cordero han ido de la mano de la evolución de los apriscos, para obtener en el conjunto mundial cerca de 8,6 millones de toneladas producidas en el año 2013, lo que supone un aumento de la producción del 10 % respecto al año 2000.

Como país determinante en la escena global está China, que ha venido creciendo a un ritmo muy fuerte durante los últimos años y que, a pesar de que actualmente se está frenando su economía, seguirá creciendo en la próxima década, aunque a menor ritmo. Por estos motivos, su demanda interna no puede ser abastecida todavía con la propia producción, pues, al igual que ocurre en otras zonas del mundo, la producción del ovino se encuentra recluida en las zonas con tierras más desfavorecidas, en las regiones colindantes con Mongolia, donde hay una mano de obra no profesionalizada, a la que recientemente se están empezando a implementar políticas de mejora de la

productividad, sanidad e infraestructuras. China, debido a sus cambios socioeconómicos internos, seguirá siendo un motor de demanda en el futuro, y puede suponer una oportunidad como mercado exterior para los operadores que estén en disposición de establecer un canal de exportación con Asia (Gómez, 2020). A continuación, se presenta en la Tabla 4 una comparación de la producción de carne ovina frente a otros tipos de carne.

Tabla 4. Panorama mundial del mercado de carne ovina en millones de toneladas

Producto	Año			Variación 2018-2019 (%)
	2017	2018	2019	
	Millones de toneladas			
Producción				
Carne de bovino	69,6	71,2	71,6	0,7
Carne de ave	122,3	124,8	128,4	2,8
Carne de cerdo	119,4	120,5	115,6	–4
Carne de ovino	15,2	15,2	15,3	0,4
Total	**326,5**	**331,7**	**330,9**	**–0,1**
Comercio				
Carne de bovino	10,2	10,9	11,3	4,0
Carne de ave	13,1	13,3	13,8	3,7
Carne de cerdo	8,2	8,4	9,1	8,4
Carne de ovino	1,0	1,0	1,0	–1,9
Total	**32,5**	**33,6**	**35,2**	**14,2**

Fuente: FAOSTAT, 2020.

Los países con mayor producción de toneladas de animales para el año 2019 fueron China, con 2.467.645; Australia, con 731.837; Nueva Zelandia, con 449.036; Turquía, con 389.380 y Argelia, con 331.967 (ver Tabla 5).

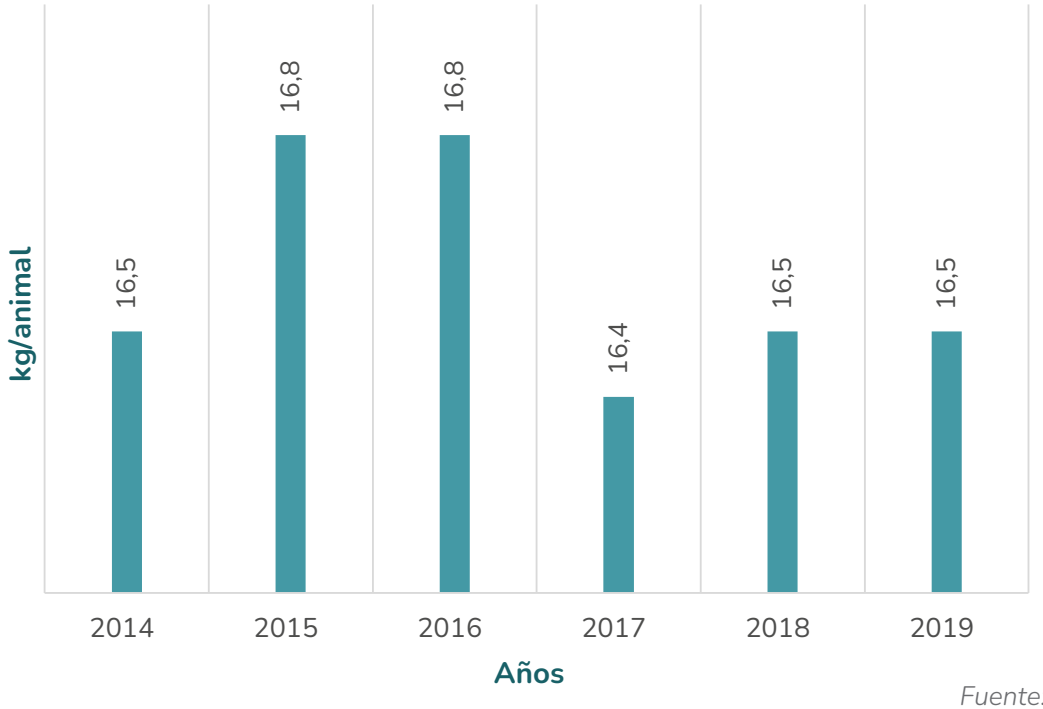
Según FAOSTAT (2021), en 2015 y 2016 el rendimiento por peso en carcasa, en kilogramos, llegó a un aproximado de 16,8, siendo el mejor registro en los ultimos años, como se observa en la Figura 6.

Tabla 5. Principales países con mayor rendimiento por peso en carcasa de carne ovina en el mundo en toneladas

País	Año/toneladas					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
China	2.180.913	2.243.643	2.347.275	2.402.457	2.422.857	2.467.645
Australia	720.600	721.053	712.525	669.604	735.009	731.837
Nueva Zelandia	487.142	487.149	480.607	450.868	470.813	449.036
Turquía	317.372	336.000	338.000	333.000	365.806	389.380
Argelia	294.621	304.155	321.890	325.114	325.008	331.967
Reino Unido	298.000	302.000	291.000	299.000	289.000	307.000
India	235.197	248.467	254.660	260.323	266.321	276.307
Sudán	251.000	253.000	261.000	263.000	264.000	265.000
Pakistán	164.000	166.000	168.000	236.000	239.000	241.000
Irán	276.000	313.974	287.000	291.200	228.055	203.056
Rusia	186.386	186.838	194.464	201.248	205.079	198.078
Otros países	3.764.668	3.875.674	3.926.334	3.937.808	4.009.479	4.061.932
Total	**9.175.899**	**9.437.953**	**9.582.755**	**9.669.622**	**9.820.427**	**9.922.238**

Fuente: FAOSTAT, 2021.

Figura 6. Rendimiento/peso en carcasa de carne ovina en kilogramos, periodo 2014-2019



Fuente: FAOSTAT, 2021.

3.3 Comercio mundial de carne

Para este capítulo, se consideró la información reportada en Trade Map para la partida arancelaria 0204, *Carne de ovinos o caprinos, fresca, refrigerada o congelada*. En la Tabla 6 se muestra que, para el periodo 2017-2020, Australia lideró las ventas de carne de ovino, con USD 2572, 2856, 3079 y 2722 millones de las ventas mundiales, respectivamente; seguido de Nueva Zelandia, con USD 2320, 2639, 2572 y 2537 millones del total de las ventas mundiales, respectivamente.

Tabla 6. Exportaciones de carne de ovino, periodo 2017-2020

Países exportadores	Cantidad exportada (t)	Participación (%)	Valor exportado (miles USD)	Participación (%)	Año
Australia	463.248	36,9	2.572.287	36,1	2017
	501.809	38,2	2.856.063	36,0	2018
	530.035	40,2	3.079.286	38,5	2019
	462.260	37,9	2.722.791	36,8	2020
Nueva Zelandia	413.639	33,0	2.320.749	32,6	2017
	426.119	32,4	2.639.959	33,3	2018
	407.425	30,9	2.572.566	32,2	2019
	418.111	34,3	2.537.831	34,3	2020
Reino Unido	89.980	7,2	497.107	7,0	2017
	81.504	6,2	490.670	6,2	2018
	95.144	7,2	510.311	6,4	2019
	88.184	7,2	564.547	7,6	2020
Irlanda	55.752	4,4	336.602	4,7	2017
	53.162	4,0	360.084	4,5	2018
	54.186	4,1	340.695	4,3	2019
	56.706	4,7	390.330	5,3	2020
España	37.538	3,0	176.231	2,5	2017
	41.880	3,2	212.330	2,7	2018
	45.017	3,4	216.196	2,7	2019
	43.176	3,5	223.615	3,0	2020
Otros países	194.902	15,5	1.226.666	17,2	2017
	210.562	16,0	1.367.859	17,3	2018
	186.878	14,2	1.275.297	16,0	2019
	151.007	12,4	961.844	13,0	2020
Total	**1.255.059**	**100**	**7.129.642**	**100**	**2017**
	1.315.036	**100**	**7.926.965**	**100**	**2018**
	1.318.685	**100**	**7.994.351**	**100**	**2019**
	1.219.444	**100**	**7.400.958**	**100**	**2020**

Fuente: Trade Map, 2020.

Respecto a las importaciones, la Tabla 7 muestra el comportamiento del periodo 2017-2020, en el cual China mantuvo un comportamiento ascendente, casi doblando su participación del 12,6 % (2017) al 24 % (2020) para el periodo analizado, convirtiéndose así en el mayor importador a nivel mundial; seguido de EE. UU., que mantuvo una tendencia uniforme en los cuatro años analizados, con una participación cercana al 14 %.

Tabla 7. Importaciones de carne de ovino, periodo 2017-2020

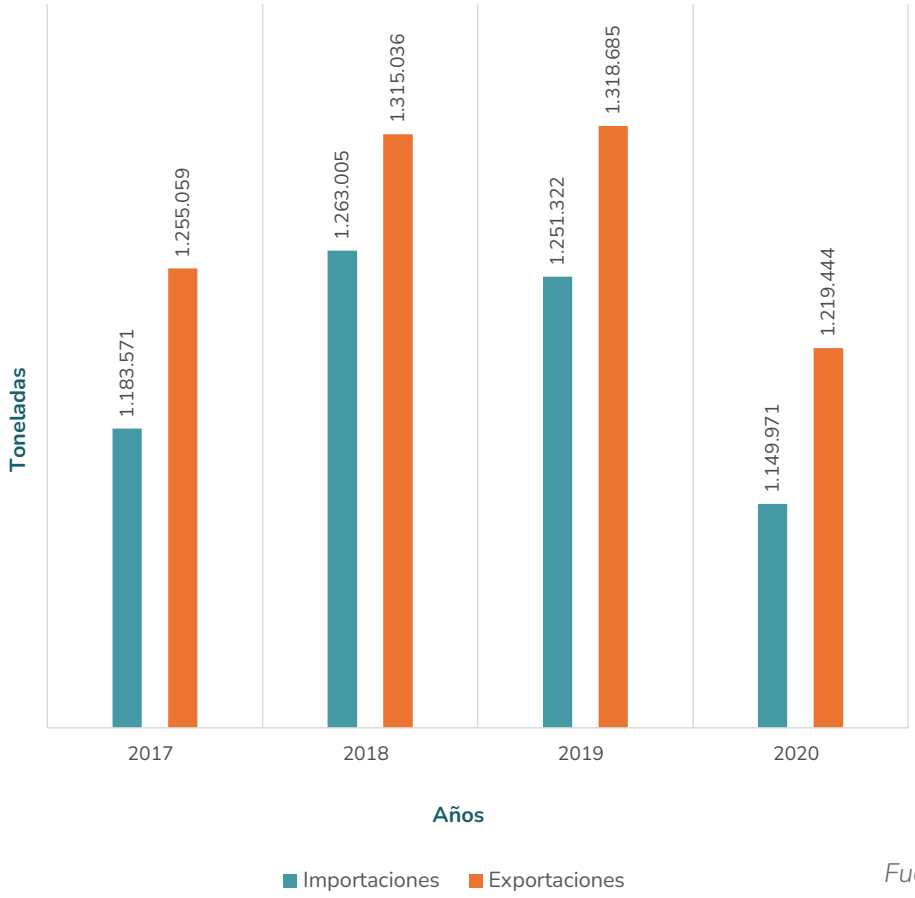
Países importadores	Cantidad importada (t)	Participación (%)	Valor exportado (miles USD)	Participación (%)	Año
China	248.976	21,0	878.356	12,6	2017
	319.036	25,3	1.309.067	16,4	2018
	392.427	31,4	1.861.896	23,5	2019
	364.966	31,7	1.744.289	24,0	2020
EE. UU.	122.078	10,3	978.335	14,0	2017
	124.874	9,9	1.032.717	13,0	2018
	127.124	10,2	1.149.388	14,5	2019
	132.943	11,6	1.010.669	13,9	2020
Francia	90.064	7,6	543.184	7,8	2017
	88.867	7,0	577.153	7,2	2018
	88.829	7,1	530.867	6,7	2019
	80.547	7,0	532.294	7,3	2020
Reino Unido	80.245	6,8	477.053	6,8	2017
	77.905	6,2	499.657	6,3	2018
	63.060	5,0	399.912	5,1	2019
	59.574	5,2	409.272	5,6	2020

Países importadores	Cantidad importada (t)	Participación (%)	Valor exportado (miles USD)	Participación (%)	Año
Alemania	42.868	3,6	410.417	5,9	2017
	45.801	3,6	481.626	6,0	2018
	43.325	3,5	394.110	5,0	2019
	46.789	4,1	418.543	5,8	2020
Otros países	599.340	50,6	3.696.091	52,9	2017
	606.522	48,0	4.073.003	51,1	2018
	536.557	42,9	3.576.788	45,2	2019
	465.152	40,4	3.151.794	43,4	2020
Total	**1.183.571**	**100**	**6.983.436**	**100**	**2017**
	1.263.005	**100**	**7.973.223**	**100**	**2018**
	1.251.322	**100**	**7.912.961**	**100**	**2019**
	1.149.971	**100**	**7.266.861**	**100**	**2020**

Fuente: Trade Map, 2020.

Las exportaciones y las importaciones en el periodo 2017-2020 reportaron un decenso en el año 2020 (ver Figura 7), situación posiblemente atribuible al impacto de la crisis sanitaria producida por el COVID-19, que afectó los flujos internacionales de productos, entre ellos los alimentos cárnicos, los cuales han mostrado una tendencia decreciente a causa de las restricciones a la circulación de las personas (caída del consumo fuera del hogar), interrupciones en los fletes internaciones, bloqueos en puertos y aeropuertos, entre otros.

Figura 7. Tendencia mundial de las exportaciones e importaciones de carne ovina, periodo 2017-2020

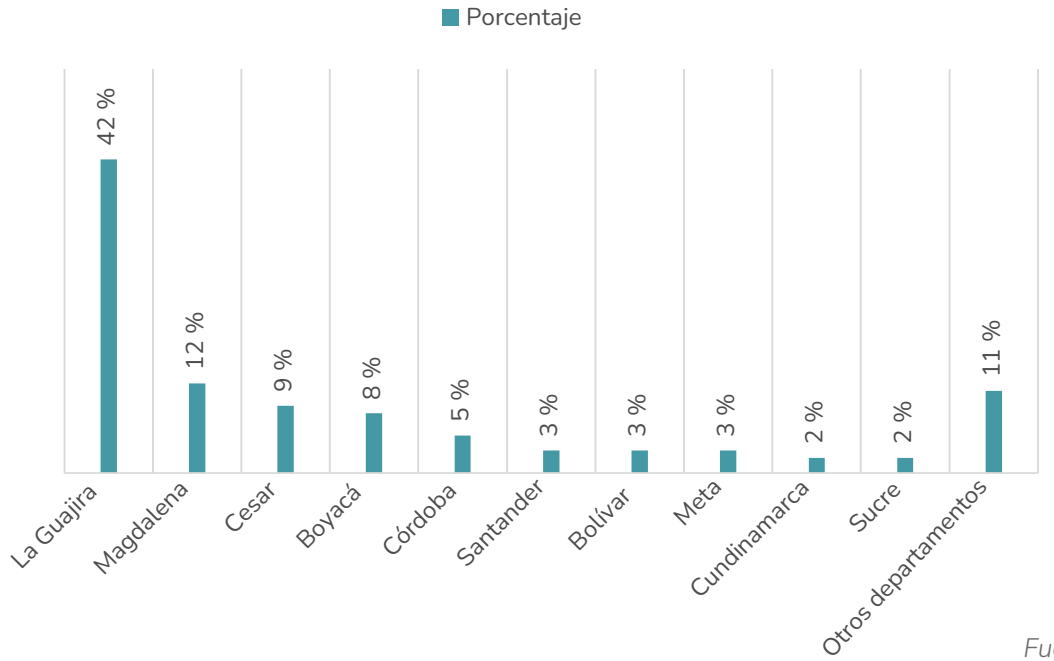


Fuente: Trade Map, 2020.

4. Contexto nacional

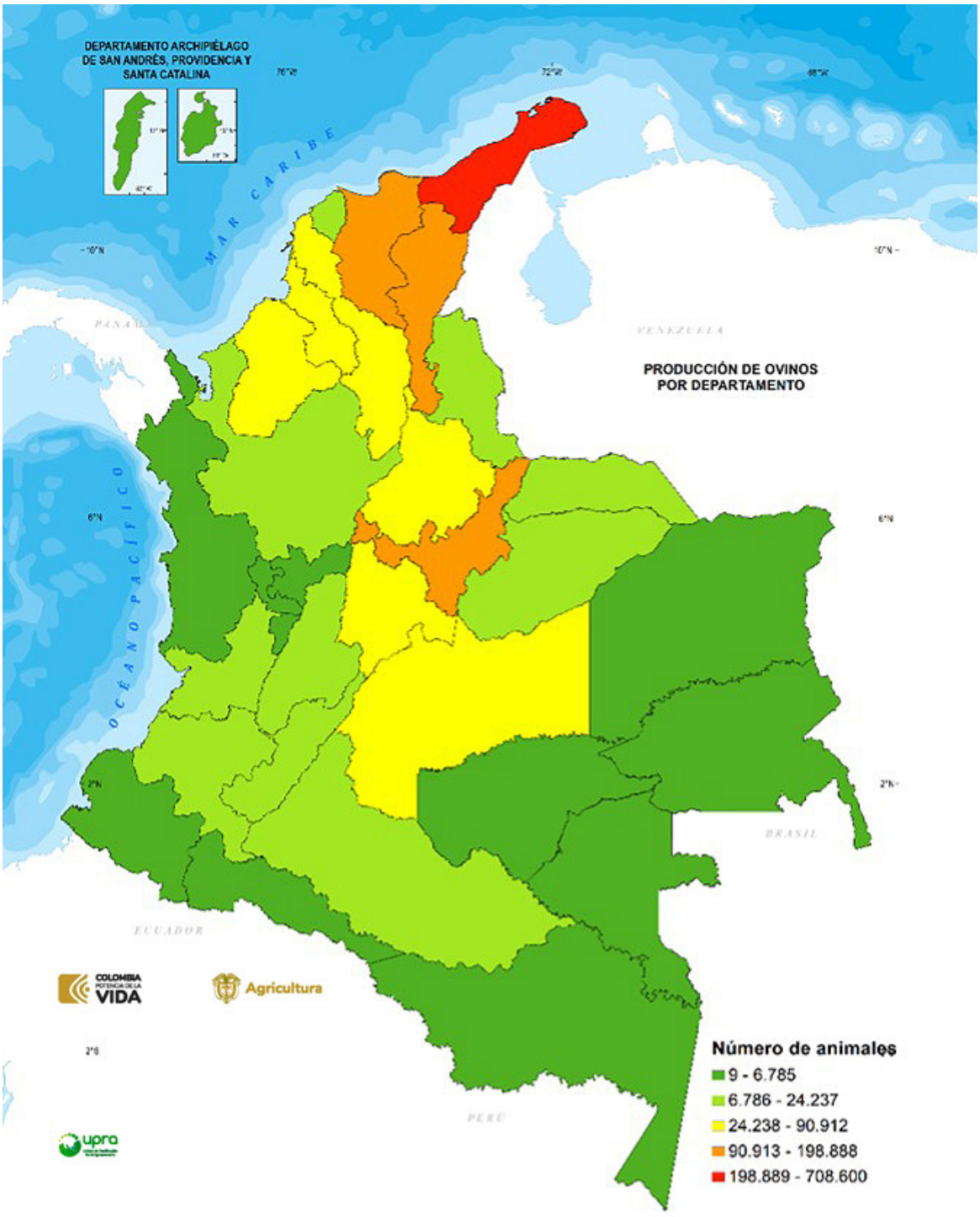
La población ovina en el país está constituida aproximadamente por 1.682.767 animales. En las figuras 8 y 9 se observan los porcentajes de participación departamentales de esta población animal, distribuida principalmente en los departamentos de La Guajira (708.600 cabezas), Magdalena (198.888), Cesar (147.741), Boyacá (132.045), Córdoba (90.912), Santander (51.815), Bolívar (43.989), Meta (40.467), Cundinamarca (38.565) y Sucre (38.450) (ICA, 2020).

Figura 8. Porcentaje de cabezas de ovinos por departamento, año 2020



Fuente: ICA, 2020.

Figura 9. Distribución geográfica de ovinos por departamento, año 2020



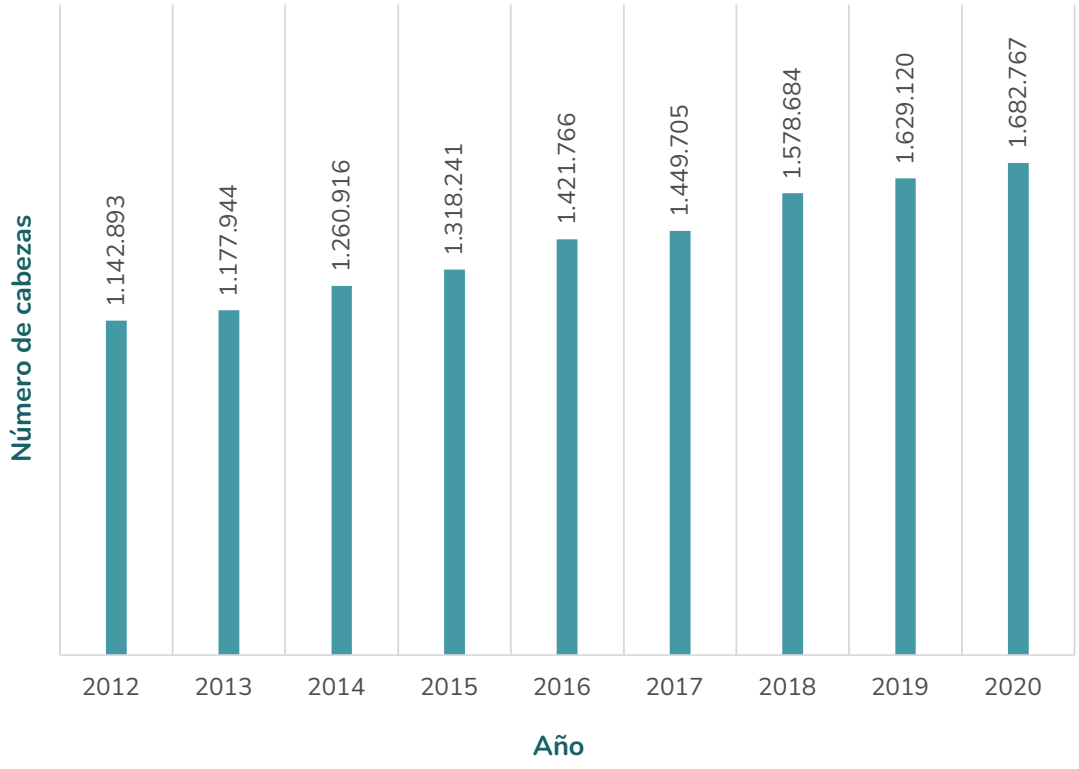
Fuente: ICA, 2020.

El inventario reportado por el ICA es considerado como oficial, pero no ofrece el número total de animales, puesto que está basado en los ciclos de vacunación para las enfermedades de control oficial del instituto, por lo cual existe una gran cantidad de predios de exclusividad ovina que no se tienen en cuenta. A pesar de esto, se evidencia el crecimiento de la especie en los últimos inventarios reportados por el ICA, como se puede observar en la Figura 10. El crecimiento del sector en los últimos ocho años ha sido del 5 % anual, en promedio, según la Organización de la Cadena Productiva Ovino-Caprina Nacional del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2019 (ver Figura 10).

4.1 Consumo nacional de carne ovina

Las ovejas no solo sirven para la producción de lana; hoy por hoy, ha crecido toda una industria alrededor de este tipo de ganado. En la actualidad, las principales zonas productoras de carne de ovino en el trópico bajo son Cesar, Sucre, Santander, Tolima, Córdoba y La Guajira; mientras que en el trópico alto, son Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca y Cauca, cada una de ellas con una participación importante en la crianza y producción del ganado, que se ha ido orientando hacia la línea cárnica (FAO, 2020). En el año 2018, la Organización de la Cadena Productiva

Figura 10. Crecimiento de la población ovina, periodo 2012-2020



Fuente: ICA, 2020.

Ovino-Caprina Nacional registró una producción total de 14.931 toneladas, 1200 más que en 2017, cuando se registraron 13.712 toneladas.

De acuerdo con Asoovinos (2020), la mayor parte de las áreas montañosas del territorio nacional son adecuadas para la crianza de ovinos y caprinos. La producción de ganado de este tipo se cuenta como una de las actividades ganaderas más antiguas del mundo. Además, para Colombia esta industria siempre fue considerada como una alternativa de producción muy localizada en las zonas frías del país, siendo un sistema productivo alterno en la economía familiar, puesto que la lana es un producto muy valioso y es relativamente una cosecha no perecedera.

Respecto a la rentabilidad que la carne ovina deja a los productores, el MADR encontró que Tolima y Antioquia son los dos departamentos que mejor pagan la carne en la puerta de la finca. El primero la está cotizando entre $3800 y $4500; mientras que el segundo, entre $3000 y $4500. Del mismo modo, el MADR registró que los dos departamentos que pagan la carne ovina a menor precio son Córdoba y Atlántico, donde los costos en la puerta de la finca oscilan entre $2800 y $3200 (MADR, 2019). El consumo de carne de cordero y de cabrito es de 500 gramos per cápita, cifra que se da como consecuencia de los beneficios que trae este tipo de carne roja para las personas. Dentro de los beneficios positivos, cuenta con mayor proteína, altos porcentajes de hierro para las personas que sufren de anemia; selenio, zinc, vitaminas B6, B12, entre otros (MADR, 2019).

El Invima tiene habilitados algunos frigoríficos en todo el territorio nacional, los cuales cumplen con las condiciones óptimas para el sacrificio de animales ovinos y caprinos, a saber: en Antioquia, Frigocolanta (Santa Rosa de Osos); en Atlántico, Camagüey S.A. (Galapa); en el Cesar, Coolesar (Valledupar); en Córdoba, Frigocer Expocol S.A.S. (Cereté); en Cundinamarca, la Planta de Beneficio Municipio de Chocontá (Chocontá); en Santander, Ganadería Manzanares S.A. (Floridablanca); en Santander, el Matadero Artesanal de Caprinos Álvarez (Bucaramanga); en Tolima, Carlima (Ibagué); en el Valle del Cauca, Carnes y Derivados de Occidente S.A. (Yumbo).

De acuerdo con el DANE (2021), el sacrificio es el proceso mediante el cual se da muerte a un animal de manera adecuada para evitarle el sufrimiento, con el objetivo de utilizar su carne y partes para el consumo y uso humano. Este proceso es un eslabón fundamental de la cadena cárnica, la cual se compone de las fases de producción (cría, levante y engorde), transporte, beneficio en plantas de sacrificio y comercialización (DANE, 2021). En las tablas 8 a 11, se muestran los datos para el último trimestre de los años 2019 y 2020, en los cuales se destacan las disminuciones hasta del 43,3 % en sacrificio respecto al año 2019 y crecimientos del 3,6 % respecto al peso promedio en pie para el mismo periodo. Estos valores negativos, sin duda, pueden ser el resultado del aislamiento a causa de la pandemia generada por el COVID-19, según lo cual se llegaron a reportar disminuciones en ventas hasta del 70 % en el Magdalena y la zona Caribe; mientras que en el centro del país y Bogotá se cambió la forma de comercialización, pues pasó de un comercio destinado a restaurantes y hoteles a vender directamente a los hogares, por lo que se mantuvo un consumo estable (Rodríguez, 2020).

Tabla 8. Sacrificio de ganado por categorías y especies, cuarto trimestre de 2019 y 2020

Especie	Total, cabezas[1]	Cuarto trimestre2019[P]				Total, cabezas[1]	Cuarto trimestre 2020[P]			
		Consumo interno			Exporta-ción[2]		Consumo interno			Exporta-ción[2]
		Machos	Hembras	Terneros			Machos	Hembras	Terneros	
Vacuna	881.936	487.513	342.446	13.592	38.385	900.477	508.844	313.144	13.652	64.837
Bufalina	7.546	5.748	1.798	0	0	8.160	6.316	1.844	0	0
Porcina	1.348.895	873.756	475.139	NA	0	1.351.176	886.526	464.650	NA	0
Caprina	11.391	6.798	4.593	NA	0	5.465	2.802	2.663	NA	0
Ovina	16.809	9.177	7.632	NA	0	16.809	9.177	7.632	NA	0

[1] Incluye el sacrificio y preparación de canales para la exportación; [2] los datos presentados de exportación corresponden a valores calculados por las fuentes, debido a que no necesariamente se exporta toda la canal, sino cortes específicos dependiendo de las preferencias del mercado, con el objetivo de guardar la reserva estadística. La información de exportaciones de esta especie no se publica de manera separada, sino que se agrega al total de machos.
NA: No aplica; [P] datos preliminares.

Fuente: ESAG-DANE, 2021.

Tabla 9. Variación anual y participación del sacrificio de ganado por categorías y especies, cuarto trimestre de 2019 y 2020

Especie	Total*, cabezas[1]	Variación (%) Cuarto trimestre 2020/2019*				Participaciones (%) Cuarto trimestre 2020			
		Consumo interno			Exportación[2]	Consumo interno			Exporta-ción[2]
		Machos	Hembras	Terneros		Machos	Hembras	Terneros	
Vacuna	2,1	4,4	–8,6	0,4	68,9	56,5	34,8	1,5	7,2
Bufalina	7,5	9,9	2,6	0	0	77,4	22,6	0	0
Porcina	0,2	1,5	–2,2	NA	0	65,6	34,4	NA	0
Caprina	–52	–58,8	–42	NA	0	51,3	48,7	NA	0
Ovina	–43,4	–46,3	–39,9	NA	0	51,8	48,2	NA	0

*Datos tomados del boletín técnico de la encuesta de sacrificio ganado (ESAG), cuarto trimestre de 2020.
[1] Incluye el sacrificio y preparación de canales para la exportación; [2] los datos presentados de exportación corresponden a valores calculados por las fuentes, debido a que no necesariamente se exporta toda la canal, sino cortes específicos dependiendo de las preferencias del mercado, con el objetivo de guardar la reserva estadística. La información de exportaciones de esta especie no se publica de manera separada, sino que se agrega al total de machos.
NA: No aplica.

Fuente: ESAG-DANE, 2021.

Tabla 10. Peso en pie por especie de ganado, cuarto trimestre de 2019 y 2020

Especie	Cuarto trimestre 2019[P]		Cuarto trimestre 2020[P]		Variación (%) 2020/2019 peso en pie	Variación (%) 2020/2019 peso promedio
	Peso en pie (t)	Peso promedio en pie (kg)[1]	Peso en pie (t)	Peso promedio en pie (kg)[1]		
Vacuna	380.862	431,8	392.124	435,5	3	0,8
Bufalina	3.560	471,7	3.717	455,6	4,4	–3,4
Porcina	149.472	110,8	147.685	109,3	–1,2	–1,4
Caprina	397	34,9	188	34,3	–52,8	–1,6
Ovina	526	31,3	308	32,4	–41,3	3,6

[1] Peso promedio en pie = peso en pie total/número de cabezas sacrificadas; [P] cifras preliminares.

Fuente: ESAG-DANE, 2021.

Tabla 11. Peso en canal o carcasa según la especie de ganado, cuarto trimestre de 2019 y 2020

Especie	Cuarto trimestre 2019[P]		Cuarto trimestre 2020[P]		Variación (%) 2020/2019 peso en canal	Varia-ción (%) 2020/2019 rendimiento de la canal
	Peso en canal (t)	Rendimiento de la canal[1] (%)	Peso en canal (t)	Rendimiento de la canal[1] (%)		
Vacuna	200.712	52,7	207.380	52,9	3,3	0,4
Bufalina	1.777	49,9	1.862	50,1	4,8	0,4
Porcina	119.267	79,8	118.254	80,1	–0,8	0,4
Caprina	198	49,8	93	49,5	–53	–0,6
Ovina	261	49,7	153	49,6	–41,3	0

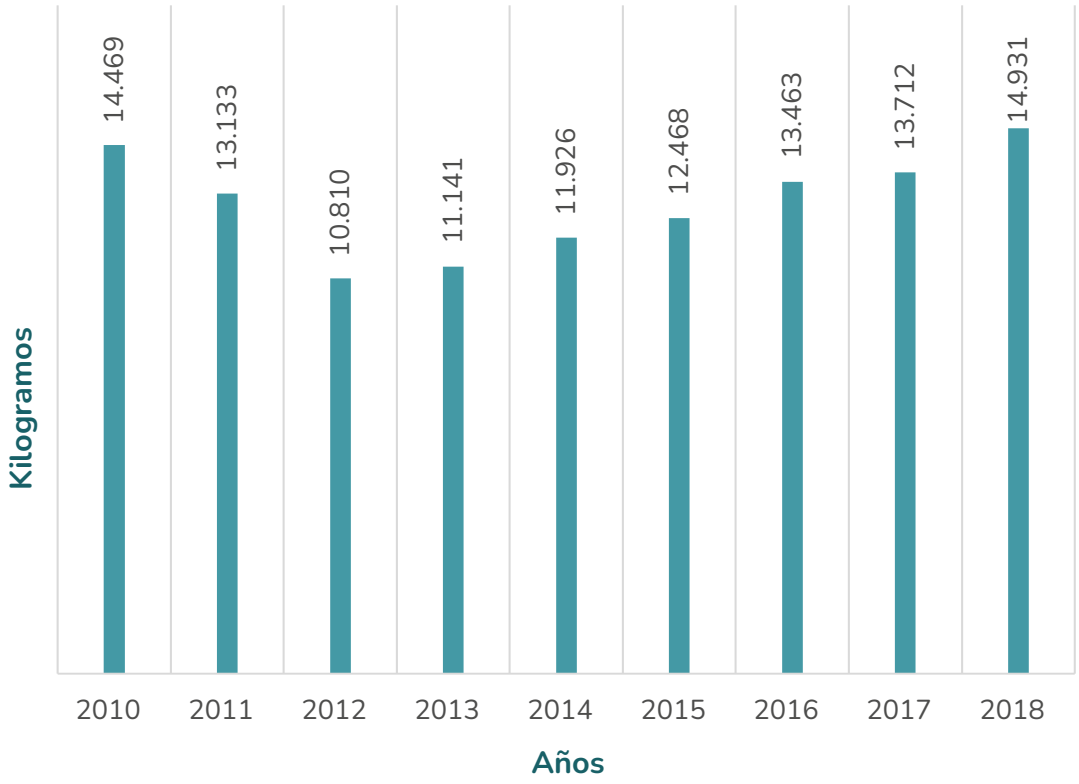
[1] Rendimiento de la canal: porcentaje de aprovechamiento de la carne del animal dada por la razón: rendimiento de la canal = (peso de la canal/peso en pie) x 100. El peso del canal solicitado en la ESAG es el peso de la canal caliente; [P] datos preliminares.

Fuente: ESAG-DANE, 2021.

Respecto al destino de la carne en canal para el último trimestre de los años 2019 y 2020, el boletín técnico ESAG arroja que el principal rumbo de la carne ovina se destina a plazas y famas (94 %); seguido de supermercados (5 %); y finalmente mercado institucional (1 %). Si bien las estimaciones del sector ovino carecen de fuentes confiables a nivel nacional, las cifras sectoriales de la Organización de la Cadena Productiva Ovino-Caprina Nacional para el año 2019 (MADR) arrojaron que la producción de carne ovina, para el periodo 2010-2018, presentó un decrecimiento del 25 % del 2010 al 2012, pero a partir del 2012 se ha incrementado gradualmente al 38 %, como se observa en la Figura 11.

Igualmente, se tienen los precios nacionales de ovinos en pie para el año 2018, en el marco del Consejo Directivo de la Organización de la Cadena Productiva Ovino-Caprina Nacional, donde se revisa la captura de la información del precio (ver Tabla 12).

Figura 11. Producción de carne ovina, periodo 2010-2018



Fuente: MADR, 2020.

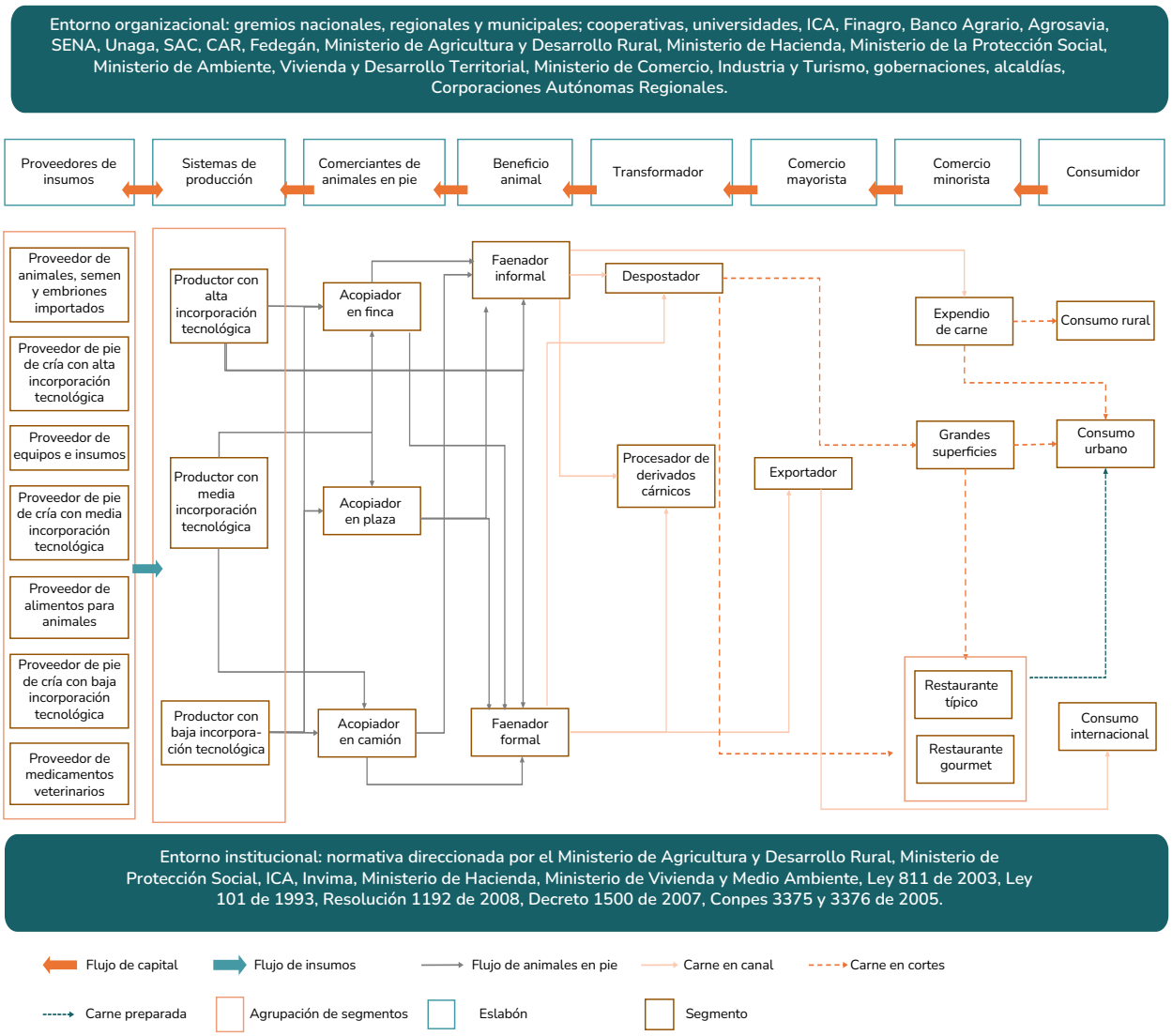
Tabla 12. Precios nacionales de ovinos en pie, año 2018

Departamento	Precio/kg en pie	
	Planta frigorífica	Puerta finca
Cundinamarca	3.000-4.500	3.000-4.000
Antioquia	3.500-5.000	3.000-4.500
Cesar	3.500-4.000	2.800-3.600
La Guajira	3.500	3.000-3.500
Tolima	No cotiza	3.800-4.500
Santander	3.800-4.500	3.500-4.000
Córdoba	3.300-4.500	2.800-3.200
Atlántico	3.600	2.800-3.200

Fuente: Mundo Ovino, 2018.

Los productores están pasando por un buen momento, debido a la alta demanda de carne ovina en el mercado nacional. Se prevé un excelente futuro a esta actividad y se espera, a largo plazo, la sinergia entre la producción, la productividad y la manera de competir empresarialmente en nuevos mercados (Castellanos et ál. 2010). Los productores y los gremios, como Asoovinos y Fedeanco, coinciden en afirmar que la carne colombiana es pretendida en países como Arabia Saudita, Qatar, China y EE. UU., pero el gran reto de la producción ovina está en mejorar la genética y fortalecer la asistencia técnica. De acuerdo con la información del sector ovino-caprino, el mejoramiento de la genética es una oportunidad de formar un mayor posicionamiento del producto en cuanto a la producción y comercialización (Castellanos et ál., 2010). En la Figura 12 se relaciona la estructura de la cadena ovino-caprina en Colombia.

Figura 12. Estructura de la cadena cárnica ovino-caprina en Colombia



Fuente: MADR, 2019.

4.2 Exportaciones de productos ovinos colombianos

En primer lugar, se realizó el análisis de las exportaciones de este tipo de producto en la partida arancelaria 0204420000, *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*, definida en la herramienta Muisca de la DIAN (ver Tabla 13).

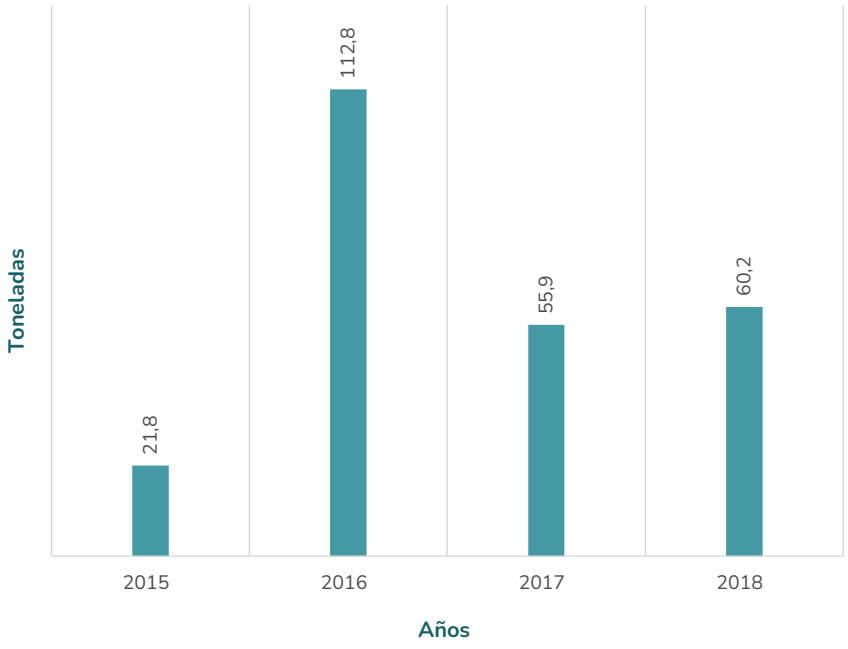
En la base de datos de Legiscomex del año 2018, esta partida registró en 2016 un incremento en las exportaciones, que llegaron a 112,81 toneladas, las cuales disminuyeron en los años siguientes a 60,28 toneladas, como se observa en la Figura 13.

Tabla 13. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*

Sección	Capítulo	Partida	Subpartida	Subpartida	Código
I	02	0204	0204.40	0204.42	0204.42.00.00
Animales vivos y productos del reino animal	Carne y despojos comestibles	Carne de animales de las especies ovina o caprina, fresca, refrigerada o congelada	Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas	Los demás cortes (trozos) sin deshuesar	Los demás cortes (trozos) sin deshuesar

Fuente: DIAN, 2020.

Figura 13. Comportamiento de las exportaciones, periodo 2015-2018



Fuente: Legiscomex, 2020.

Por otra parte, el valor de las exportaciones realizadas en el año 2018 fue de FOB USD 217.067,6 (ver Figura 14).

En segundo lugar, se realizó el análisis de las exportaciones de este producto, para lo cual se hicieron revisiones de la partida arancelaria 0204430000, *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, definida en la herramienta Muisca de la DIAN, como se puede consultar en Tabla 14.

Figura 14. Valor en USD (FOB) de las exportaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2015-2018

Fuente: Legiscomex, 2020.

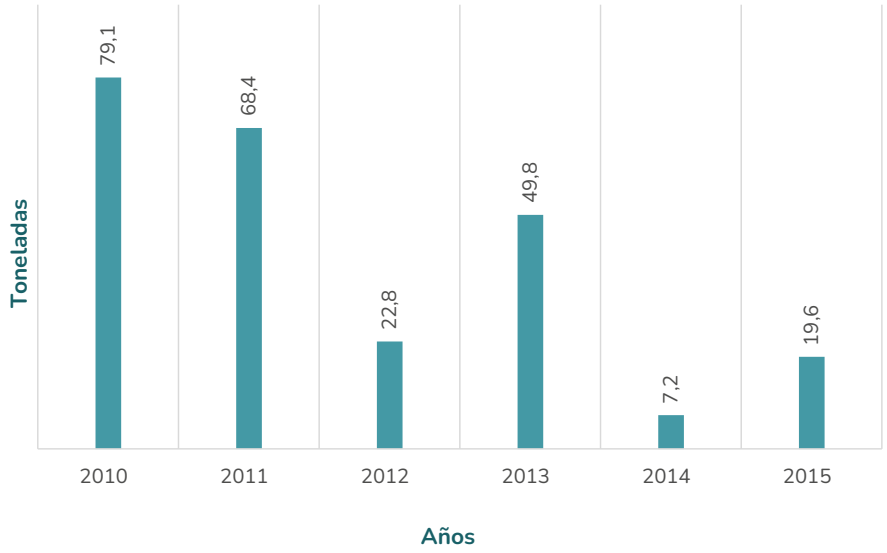
Tabla 14. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina congeladas deshuesadas*

Sección	Capítulo	Partida	Subpartida	Subpartida	Código
I	02	0204	0204.40	0204.43	0204.43.00.00
Animales vivos y productos del reino animal	Carne y despojos comestibles	Carne de animales de las especies ovina o caprina, fresca, refrigerada o congelada	Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas	Deshuesadas	Deshuesadas

Fuente: DIAN, 2020.

Esta partida fue utilizada hasta el año 2015 en la base de datos de Legiscomex, con ventas a las Antillas Holandesas (2010-2014) y a Curazao (2015). Para *carne deshuesada*, se evidencia un decrecimiento en el periodo 2010-2015 del 75 %. Las mayores disminuciones se dieron en los años 2012 y 2014, con 22,88 y 7,22 toneladas, respectivamente (ver Figura 15).

Figura 15. Exportaciones en toneladas de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2010-2015



Fuente: Legiscomex, 2020.

De la misma forma, se contó con el valor de las exportaciones realizadas, donde el registro más alto se encontró en el año2010 con FOB USD 276.485,0; el año 2015 registró un valor transaccional de cerca de FOB USD 76.785,70 (ver Figura 16).

Figura 16. Valor en USD (FOB) de las exportaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2010-2015

Fuente: Legiscomex, 2020.

4.3 Importaciones de productos ovinos en Colombia

Se realizó el análisis de las importaciones de este tipo de producto en la partida arancelaria 0204420000, *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*, definida en la herramienta Muisca de la DIAN, como se muestra en la Tabla 15.

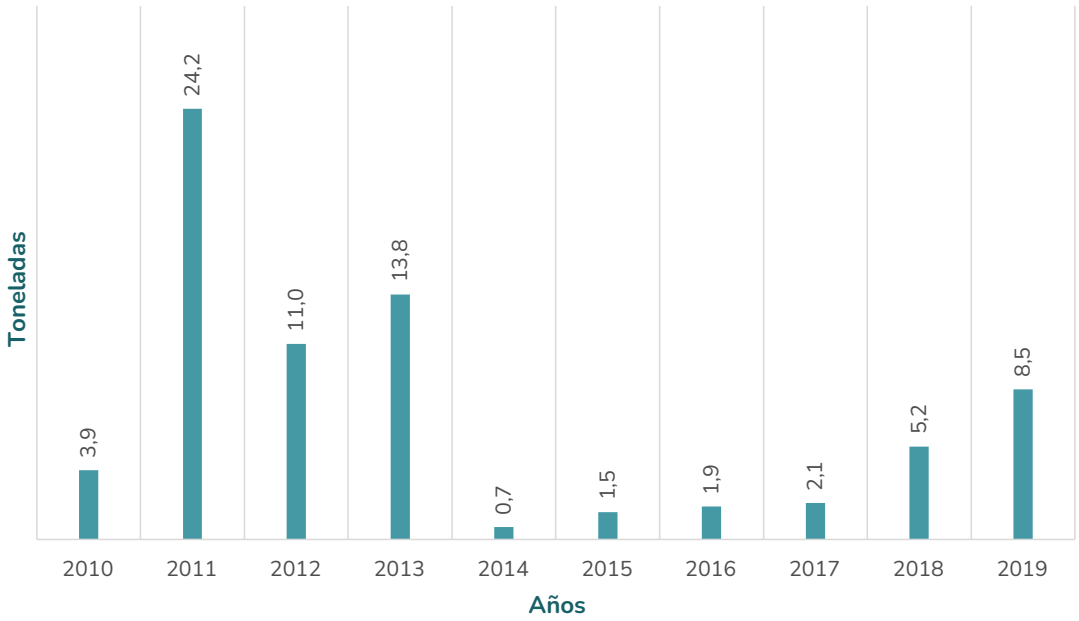
Esta partida en la base de datos de Legiscomex, para el año 2019, registró las últimas importaciones hacia Colombia con 8,45 toneladas desde Chile, que equivale al 100 % de la participación. Se contó con el valor de las importaciones realizadas, que registraron para el año 2011 la más alta: 24,21 toneladas y se presentó una disminución considerable en el año 2014. Para los años siguientes, se observó un ligero incremento que pasó de 2,05 toneladas en el año 2017 a 8,45 toneladas en el 2019 (ver Figura 17).

Tabla 15. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*

Sección	Capítulo	Partida	Subpartida	Subpartida	Código
I	02	0204	0204.40	0204.42	0204.42.00.00
Animales vivos y productos del reino animal	Carne y despojos comestibles	Carne de animales de las especies ovina o caprina, fresca, refrigerada congelada	Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas	Los demás cortes (trozos) sin deshuesar	Los demás cortes (trozos) sin deshuesar

Fuente: DIAN, 2020.

Figura 17. Importaciones en toneladas de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*, periodo 2010-2019



Fuente: Legiscomex, 2019.

De acuerdo con la Figura 18, el mayor valor de las importaciones se presentó en el año 2012, con 353.584,3 USD; aunque se presentó una disminución del 66 % al año 2014, se incrementó nuevamente el valor de las compras para el siguiente periodo, pues pasó de 120.069,1 USD en el año 2014 a 123.676,0 USD en el año 2015.

Se realizó el análisis de las importaciones de este producto de la partida arancelaria 0204430000 *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, definida en la herramienta Muisca de la Dian (ver Tabla 16).

En la base de datos de Legiscomex, esta partida fue utilizada hasta el 2017, con compras de producto a Argentina y Chile. Se evidencia que en el año 2014 se importaron 0,21 toneladas, pues fue el valor más bajo en los últimos años; en el año 2017 se llegó a 4,96 toneladas y presentó un incremento considerable en la importación (ver Figura 19).

Figura 18. Valor en USD (FOB) de las importaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar,* periodo 2010-2019

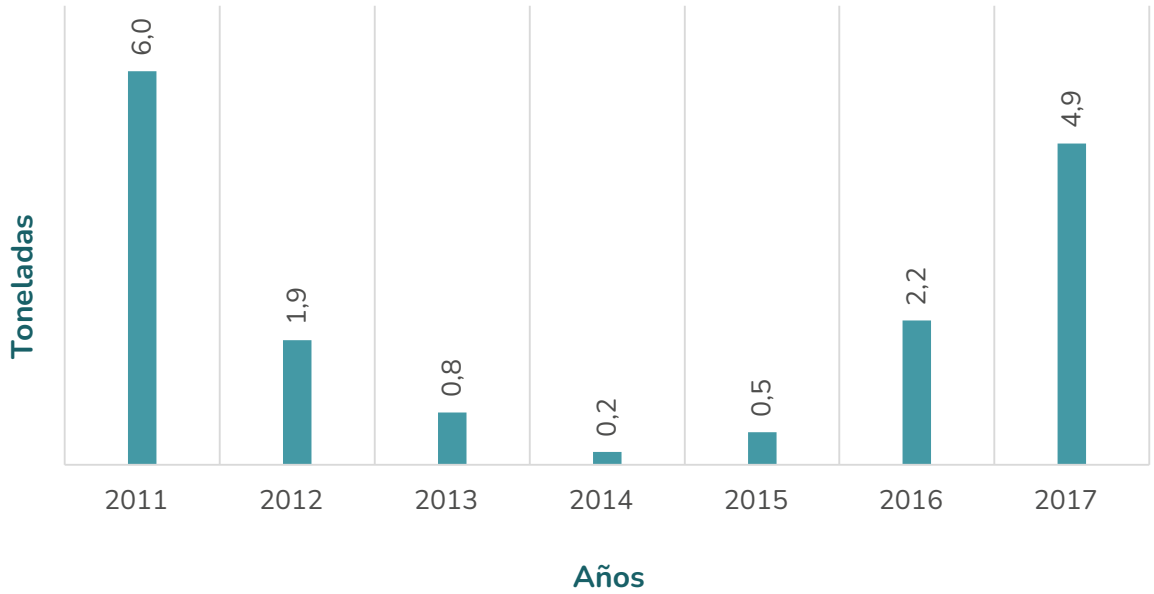
Fuente: Legiscomex, 2019.

Tabla 16. Partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*

Sección	Capítulo	Partida	Subpartida	Subpartida	Código
I	02	0204	0204.40	0204.43	0204.43.00.00
Animales vivos y productos del reino animal	Carne y despojos comestibles	Carne de animales de las especies ovina o caprina, fresca, refrigerada o congelada	Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas	Deshuesadas	Deshuesadas

Fuente: DIAN, 2020.

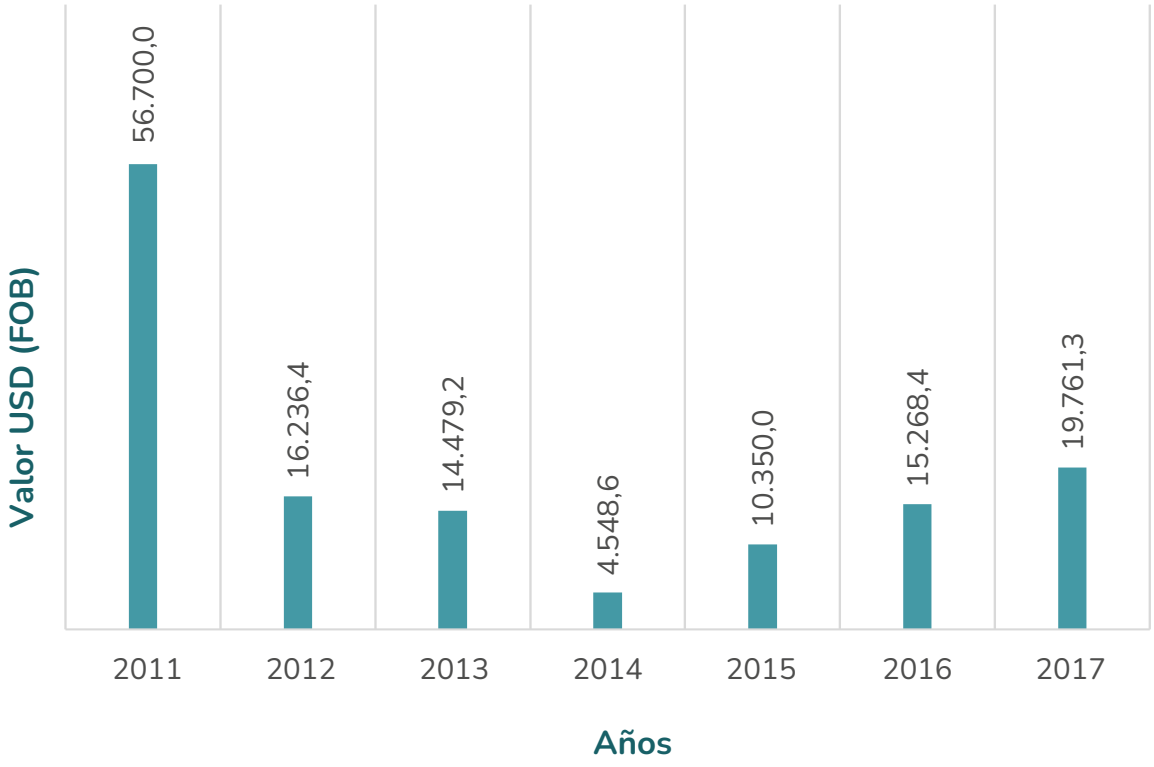
Figura 19. Importaciones en toneladas de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2011-2017



Fuente: Legiscomex, 2018.

Mientras que el año 2014 presentó el más bajo valor, con USD 4.548,60, el valor de las importaciones realizadas para el 2017 estuvieron cercanas a USD 19.761,31, lo que mostró un incremento en los últimos años reportados (ver Figura 20).

Figura 20. Valor en USD (FOB) de las importaciones de la partida arancelaria *Las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas deshuesadas*, periodo 2011-2017



Fuente: Legiscomex, 2018.

4.4 Marco político

Hace referencia a lineamientos de política pública relacionados con la ganadería ovina en Colombia, para lo cual se presentan en la Tabla 17 algunos de los más relevantes para el sector.

Tabla 17. Marco político para la zonificación de aptitud de ovinos

Marco de política	Lineamientos relacionados
Organización Mundial de Sanidad Animal (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 miembro 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 concluyó que la zona de Colombia cumple con los requisitos del artículo 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 de la Cadena Productiva Ovino-Caprina Nacional, 2012	Describe cada uno de los imperativos estratégicos en conjunto con las 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 el estatus sanitario de la producción primaria; los programas preventivos para la inocuidad; las condiciones sanitarias de los establecimientos de procesamiento de carne y sus derivados; los planes subsectoriales (PSS) de vigilancia y control de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes químicos y patógenos; la capacidad de gestión del riesgo de las autoridades nacionales y territoriales; y el acceso sanitario a mercados priorizados. Estos, una vez superados, le permitirán al país mantener y mejorar las condiciones sanitarias de la carne, la leche y sus productos, lo cual permitirá una admisibilidad real de la producción nacional en los mercados de interés, el fortalecimiento de la salud pública y el mejoramiento de la competitividad de las cadenas.

Fuente: Elaboración propia.

4.5 Marco normativo

En este apartado se describe la evolución de las leyes, decretos, resoluciones y otras normas concernientes a la jurisprudencia, que enmarcan los lineamientos y los aspectos relacionados con la normativa colombiana y de las políticas públicas asociadas a la cadena ovina. La Tabla 18 muestra el normograma para el sector ovino, pertinente para la zonificación de aptitud a escala 1:100.000 en Colombia.

Tabla 18. Normograma para la zonificación de aptitud de ovinos

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Normativa del Fondo Nacional del Ganado: normas constitucionales	Constitución Política de Colombia, artículo 150, numeral 12 de 1991	Establece contribuciones fiscales y, excepcionalmente, contribuciones parafiscales según la ley.
	Constitución Política de Colombia, artículo 338	En tiempos de paz, solamente el Congreso de Colombia, las asambleas departamentales y los concejos distritales y municipales podrán imponer contribuciones fiscales o parafiscales.
Normativa del Fondo Nacional del Ganado: preceptos legales para la parafiscalidad de fomento	Ley 395 de1997	Declara de interés social nacional y como prioridad sanitaria la erradicación de la fiebre aftosa en todo el territorio colombiano.
	Ley 89 de 1993	Establece la cuota de fomento tanto ganadero como lechero y se crea el Fondo Nacional del Ganado (FNG).
	Ley 101 de 1993	Determina las contribuciones parafiscales agropecuarias y pesqueras.
Normativa del Fondo Nacional del Ganado: reglamentos para la 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
Normativa del Fondo de Estabilización de Precios para la parafiscalidad de la estabilización	Ley 101 de 1993, capítulo VI, y Decreto 1187 de 1999	Define los fondos de estabilización de precios de productos agropecuarios y pesqueros; y la estabilización para el fomento de la exportación de carne, leche y sus derivados.
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Decreto 2113 de 2017	Fomenta el bienestar animal para las especies de producción en el sector agropecuario.
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural	Resolución 000136 de 2020	"Por la cual se adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal propias de cada una de las especies de producción en el Sector Agropecuario para las especies Équidas, Porcinas, Ovinas y Caprinas."
Sanitario (fiebre aftosa)	Resolución 36046 de 2018 (ICA)	Levanta la zona de contención de la fiebre aftosa establecida en la Resolución 11595 de 2017 (ICA) y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 34348 de 2018 (ICA)	Establece el periodo y las condiciones para el segundo ciclo de vacunación contra la fiebre aftosa y la brucelosis bovina para el año 2018 en el territorio nacional.
	Resolución 33683 de 2018 (ICA)	Declara el estado de emergencia sanitaria en el territorio nacional por la presentación de un foco de la enfermedad fiebre aftosa.
	Resoluciones 7748 de 2017 y 34689 de 2018 (ICA)	Establece la cuarentena por presencia de fiebre aftosa en el municipio de Tame, Arauca, y en el municipio de Valledupar, Cesar.
	Resolución 2759 de 2015 (ICA)	Modifica la Resolución 1729 de 2004. (ICA).
	Resolución 3640 de 2013 (ICA)	Actualiza los requisitos sanitarios para la movilización de animales susceptibles a la 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.
	Resolución 4693 de 2012 (ICA)	Reglamenta lo dispuesto en el artículo 2 de la Resolución 381 de 2012 (MADR) y establece una estrategia de alta vigilancia respecto a la frontera con la República de Ecuador, en los departamentos de Nariño y Putumayo.
	Resolución 3333 de 2010 (ICA)	Establece una zona de alta vigilancia (ZAV) en Boyacá, Arauca y Vichada.
	Resolución 2933 de 2009 (ICA)	Establece una zona de contención.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Sanitario (fiebre aftosa)	Resolución 2319 de 2009 (ICA)	Establece los procedimientos para el registro y la verificación de la calidad de la vacuna.
	Resoluciones 1729 de 2004 y 000007 de 2009 (ICA)	Establecen los requisitos sanitarios para la movilización de animales susceptibles a la fiebre aftosa, sus productos y subproductos, y establecen medidas sanitarias especiales para el control de la movilización en la zona de alta vigilancia (ZAV) de Boyacá, Arauca y Vichada.
	Resolución 2141 de 2009 (ICA)	Establece la condición sanitaria en todas las zonas del país.
	Resolución 2845 de 2007 (ICA)	Dicta disposiciones para la certificación de buenas prácticas de manufactura vigentes (BPMV) de los laboratorios productores de biológicos veterinarios.
	Resolución 1300 de 2005 (ICA)	Modifica el numeral 7 del artículo 11 de la Resolución 001729 de 2004 para la movilización de animales susceptibles a la fiebre aftosa, sus productos y subproductos.
	Resolución 47 de 2005 (Minagricultura)	Reglamenta los criterios para la imposición de sanciones y multas a quienes violen las disposiciones para la erradicación de la fiebre aftosa.
	Resoluciones 1166 de 2005 y 749 de 2003 (ICA)	Establecen las actividades de manipulación del virus de lafiebre aftosa con fines de diagnóstico y de control de calidad de la vacuna y se dictan otras disposiciones relacionadas con reglamento técnico de seguridad biológica para los laboratorios productores de la vacuna antiaftosa y para manipulación del virus de la fiebre aftosa.
	Resolución 200 de 2003 (ICA)	Establece medidas sanitarias para la prevención de la fiebre aftosa en la región libre con vacunación de Colombia.
	Resolución 01779 de 2001 (ICA)	Reglamenta el Decreto 3044 de 1997.
	Resolución 2904 de 2001 (ICA)	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.
	Decreto 3044 de 1997	Reglamenta la Ley 395 de 1997.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Sanitario (fiebre aftosa)	Resolución 3295 de 1997 (ICA)	Declara el Archipiélago de San Andrés y Providencia como libre de fiebre aftosa sin vacunación.
	Resolución 1112 de 1996 (ICA)	Establece la factura única de venta de vacuna antiaftosa para la comercialización.
	Resolución 1310 de 1994 (ICA)	Dicta las disposiciones para la dirección y ejecución del programa cooperativo ICA-USDA.
Sanitario (brucelosis)	Resolución 75495 de 2020 (ICA)	"Por medio de la cual se establecen las medidas sanitarias para la prevención y control de la *Brúcela abortus* en las especies bovina, bufalina, ovina, caprina, porcina y équida dentro del territorio nacional."
	Resolución 34348 de 2018 (ICA)	Establece el periodo y las condiciones para el segundo ciclo de vacunación contra la fiebre aftosa y la brucelosis bovina para el año 2018.
	Resolución 30392 de 2018 (ICA)	Declara la cuarentena por brucelosis bovina a los municipios de Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros, Belimar, Entrerríos, Donmatías, 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 Álvarez, La Palma, Sabanalarga, Las Menesas y la China del municipio de Bello, departamento de Antioquia.
	Resoluciones 23971, 23581 y 26829 de 2018 (ICA)	Modifican el período del primer ciclo de vacunación contra la fiebre aftosa y la brucelosis bovina en el año2018 en algunos municipios del departamento de Norte de Santander, Cundinamarca, Casanare y Boyacá; se modifican los artículos 7 y 9, se adiciona al 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 7231 de 2017 (ICA)	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.

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Sanitario (brucelosis)	Resolución 2910 de 2010 (ICA)	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.
	Resoluciones 2572 de 2009, 4422 de 2010, 5125 y 5125 de 2011, 5478 de 2012 y 3810 de 2013 (ICA)	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); el municipio de Coveñas (Sucre); los municipios de Soatá, Boavita, Tipacoque, Covarachía, San Mateo, La Uvita, Chiscas, El Cocuy, Espino, Guacamayas, Guicán, Panqueba; las veredas Mortiñal, Tobal, Cortadera, Parroquita, Quindeba, La Playa y Quichua del municipio de Chita (Boyacá); el valle del Sibundoy (Putumayo); y el departamento de San Andrés y Providencia.
	Resoluciones 11210 de 2016, 12063 de 2009, 24037 de 2018, 29431 de 2018 y 10163 de 2016 (ICA)	Ordenan la vacunación obligatoria contra la rabia bovina en las veredas Salamina, Matecaña, Villa del Prado, Naranjales, Camelias, Playa Alta y Morra del municipio de Curillo; las veredas La Temblona, El Rosal, La Primavera, Bocana, Luna, Cristal y La Esperanza en el municipio de San José del Fragua; la jurisdicción de Puerto Rico; las veredas de La Florida y La Novia 2, en el municipio de Curillo; y las veredas Pringramoso, La Flor, Brasilia, Campohermoso, San Bruno, Blanca Nieves, El Atrancón, Camelias y Barranquillita del municipio de Puerto Rico en el Departamento de Caquetá.
Sanitario (rabia de origen silvestre)	Resolución 2602 de 2003 (ICA)	Dicta medidas para la prevención y control de la rabia de origen silvestre en Colombia.
Sanitario (tuberculosis)	Resolución 004437 de 2010 (ICA)	Declara una zona libre de tuberculosis bovina.
	Resoluciones 00008411 de 2016, 005315 de 2011 y 003811 de 2013 (ICA)	Deroga la Resolución 3991 de 2010, que declara al municipio de Cajamarca (Tolima) libre de tuberculosis y declara al departamento de San Andrés y Providencia y algunas otras zonas libres de tuberculosis bovina.
Buenas prácticas ganaderas	Resolución 20277 de 2018 (ICA)	"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."

Temática	Marco normativo	Lineamientos relacionados
Buenas prácticas ganaderas	Decreto 2124 de 2012	"Designa al Organismo Nacional de Acreditación de Colombia y se dictan otras disposiciones."
	Decreto 2270 de 2012	Modifica el Decreto 1500 de 2007, modificado por los decretos 2965 de 2008, 2380, 4131 y 4974 de 2009, 3961 de 2011, 917 de 2012 y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 3278 de 2008 (ICA)	Establece la expedición de guías sanitarias de movilización interna mediante el Sistema Nacional de Movilización y Comercialización Ganadera.
	Resolución 3585 de 2008 (ICA) y Decreto 1500 de 2007	Establecen el Sistema de inspección, evaluación y certificación oficial de la producción primaria de leche, de conformidad con los dispuesto en el capítulo II del título I del Decreto 616 de 2006.
	Decretos 3149 de 2006 y 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.
	Resoluciones 00070, 00071 y 00185 de 2007 (MADR)	Determinan los requisitos que habilitan a las organizaciones gremiales ganaderas para expedir bonos de venta, registros, condiciones y forma de expedición de hierros.
	Decreto 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, comercializa, expenda, importe o exporte en el país."

Fuente: Elaboración propia.

4.6 Alcance y limitaciones

El mapa de zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia fortalece el desarrollo de políticas para el sector de la ganadería ovina, lo cual permite priorizar la consolidación de posibles núcleos de desarrollo y orientar 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 ni 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. Estas inversiones requieren de análisis e información más detallado, en el que se evalúe 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 de carne ovina 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, el IGAC, el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos

Alexander von Humboldt y Agrosavia, entre otras. En ese sentido, esta propuesta fortalece los enfoques existentes pues incorpora información actualizada, así como otras variables, métodos de evaluación multicriterio y herramientas que facilitan la integración. En consecuencia, la zonificación se desarrolla al considerar los siguientes fundamentos:

- Prioriza las áreas más competitivas para la producción de carne de ovinos en pastoreo para Colombia, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.

- La definición del tipo de utilización de la tierra (TUT) y de sus requerimientos específicos se realiza a partir de la información existente sobre la producción de ovinos.

- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los criterios.

- Las áreas donde apliquen normas de tipo ambiental, social y cultural que condicionen el uso a otros procesos o instrumentos vigentes, 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.

- La producción de carne ovina en pastoreo no pondrá 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 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 de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia a escala 1:100.000 utiliza como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales Esta información contiene 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.

5. 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, 2008). 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 ál., 2015), dado que este sector representa uno de los más importantes para el bienestar humano, pues aumenta los ingresos, mejora la condición social de los productores y está 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 del esquema de evaluación de tierras en lo referente a la definición y evaluación de la aptitud. A esto se adiciona: la integración de los componentes biofísicos y socioeconómicos, los cuales enmarcan las características 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) y lo fortalece, a partir de la incorporación de criterios de competitividad y sostenibilidad, mediante la evaluación de los criterios que involucran los componentes adicionados (ver Figura 21).

La zonificación utilizó un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio (AHP) para la integración de los componentes. Este recurso permitió generar las alternativas de decisión más adecuadas de uso del suelo, en las que se incluyó la participación de diversos actores dentro del proceso de planificación, quienes asignaron una calificación a partir de criterios y después lo llevan a un programa estadístico (PriEsT) para conferir pesos a cada criterio.

Dentro del proceso metodológico que implica la integración de los mapas, la UPRA utilizó una primera matriz AHP para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos, denominada *integrado biofísico*, y otra para agrupar los criterios socioeconómicos en un solo mapa, denominada *integrado socioeconómico*. Posterior a ello, se generó

Figura 21. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas

Fuente: UPRA, 2021.

un árbol de decisión mediante una matriz de paso para obtener el mapa final de la zonificación de aptitud, proceso que se explica más adelante en lo concerniente al ítem de procesos analíticos jerárquicos. El enfoque de productividad basa su metodología 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 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, pues brinda los elementos para el análisis de criterios relacionados con las dimensiones física, socioecosistémicasy socioeconómica de la cadena productiva por evaluar sobre una base sostenible. Desde el componente físico, es importante determinar la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido, por medio del análisis de sus elementos en un espacio territorial. De acuerdo con los estudios pecuarios realizados para la producción de ovinos, se han precisado algunas características desde este componente que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: el *climático*, el *edáfico* y el *nutricional*.

El enfoque *socioecosistémico* considera el patrimonio natural, como la biodiversidad, la funcionalidad ecosistémica y los bienes y servicios ecológicos vinculados a 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, 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, 2015).

El objeto de una visión socioecosistémica consiste en 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. Estas características aportan a la productividad y a la competitividad del sistema en desarrollo del paradigma de conservación para el bienestar humano (MADS, 2012; Martín-López et ál., 2009, como se citó en UPRA, 2015).

Dentro de la zonificación, esta visión 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. Esto permite establecer nuevas actividades hacia la armonización entre la producción y la conservación y la reducción de procesos de degradación del patrimonio natural del país (UPRA, 2016). 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 cuya actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.

En cuanto al al enfoque socioeconómico, 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. Esta es la condición de viabilidad de los productos en el mercado que genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010).

En relación con la zonificación de una cadena productiva, la competitividad se expresa en la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido del sistema productivo. Esto 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 una producción pecuaria cumpla con los requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollarse. En todo lo anterior se basa el componente socioeconómico que hace parte de las zonificaciones de aptitud que adelante 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 principios 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.

- Considerar un enfoque multidisciplinario y sectorial para la zonificación de una cadena productiva.

- Usar un enfoque paralelo, en el que cada criterio se aborde de manera conjunta y se obtenga directamente una clasificación para cada uno de ellos.

- Reconocer las múltiples funciones de la tierra, tanto para la producción de alimentos como para la conservación del medioambiente.

- Reconocer una variedad de criterios asociados al uso de la tierra, que integre características físicas, climáticas, sanitarias, ecosistémicas, institucionales, de transporte, mano de obra y población, entre otras.

- Fomentar la participación de los interesados en los procesos de zonificación de aptitud de tierras.

- Definir ampliamente la sostenibilidad para incluir la productividad, la equidad social y los aspectos medioambientales.

- Valorar la tierra, dentro del contexto ambiental, como un factor que provee bienes y servicios a la población.

6. Marco metodológico

La zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo para Colombia a escala 1:100.000 se basa en los principios del *Esquema de evaluación de tierras* (FAO, 1976), las directrices y guías de la *Evaluación de tierras para la agricultura* (FAO, 1985) y en 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), se realizó para la presente zonificación de aptitud una adaptación, que involucra otro tipo de técnicas frecuentemente empleadas para la determinación del emplazamiento óptimo para los métodos de evaluación multicriterio, los cuales permiten 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 el criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. Los criterios pueden clasificarse en: *factores* o *restricciones*: 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 dichas alternativas (Eastman et ál., 1995).

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más sencillas y frecuentemente aplicadas es la suma lineal ponderada. El objeto principal de la evaluación multicriterio consiste en 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, se califica si la restricción es verdadera o falsa. En el caso de los factores, se utiliza generalmente la suma lineal ponderada, cuyos 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 ál., 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, 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); 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 se clasifican en cuatro tipos:

De análisis jerárquico: factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, cuyo factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo.

De exclusión técnica: zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible la producción de carne ovina en pastoreo.

De exclusión legal: independientemente de la categoría de aptitud, por consideraciones sociales, culturales, ambientales 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 o de bioseguridad para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

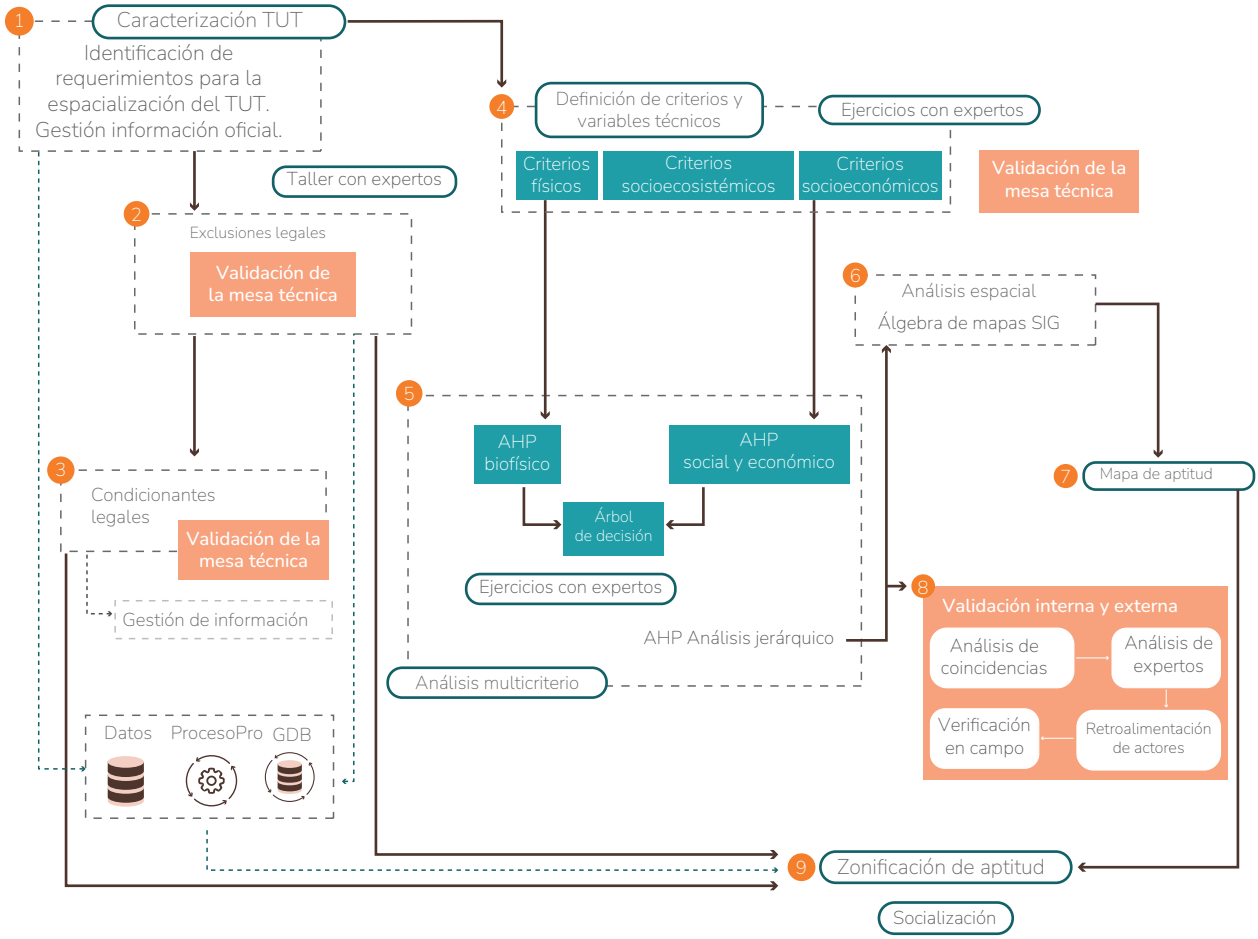
En la Figura 22 se muestran los tipos de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera como interactúan.

Figura 22. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

Fuente: UPRA, 2014.

A continuación, en la Figura 23, se presenta cada uno de los pasos que conforman el esquema metodológico de la zonificación de aptitud.

Figura 23. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo



Fuente: UPRA, 2018.

Durante todo el proceso, se contó con el acompañamiento constante del sector ganadero ovino-caprino y de diversos profesionales, quienes no sólo aportaron conocimiento y experticia a la definición de los criterios y de las variables, sino que también resaltaron sus importancia dentro de la zonificación.

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

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

Identificación de condicionantes legales: acorde con la normativa vigente, asociada principalmente al componente socioecosistémico, se establecieron las figuras que condicionan la actividad productiva.

Definición y selección de criterios y variables técnicas: de acuerdo con el TUT planteado, se seleccionó una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, 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».

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 correspondió al componente biofísico (compuesto de criterios físicos y socioecosistémicos) y la segunda, al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se compararon a través de una matriz de paso (árbol de decisión).

Análisis espacial: paralelamente a las actividades mencionadas, los análisis espaciales formaron parte de las fases: desde la consecución y organización de la información, la normalización y la 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 de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo.

Mapa de aptitud: resultado de la aplicación de la metodología propuesta. Se presentaron las zonas aptas y no aptas para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia y los resultados de índole nacional, departamental y municipal.

Validación de resultados: se socializaron y validaron los resultados de las zonas aptas y no aptas para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo de orden nacional, departamental y municipal.

Resultados: se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo con sus respectivas estadísticas de carácter nacional, departamental y municipal.

6.1 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 y los contextos socioeconómico y ecológico, que le confieren rasgos diferenciadores a la producción de ovinos en pastoreo desde un punto de vista de evaluación de tierras. Es decir, pueden ser expresados como 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 tipo de utilización de la tierra evaluado en el presente documento correspondió a la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia. La cadena productiva de la carne ovina (ver Tabla 19) está integrada por diversos actores: los eslabones de producción primaria, los centros de concentración de ganado en pie y los centros de transformación, comercialización y consumo final (CIAT el ál., 2018). Este modelo de cadena productiva de carne está construido conforme a diferentes fuentes, pues evalúalos disímiles procesos de producción, los actores y sus respectivos roles para la obtención de este producto en el país.

Tabla 19. Cadena productiva de carne ovina en Colombia

Proveedores de insumos	Productores primarios	Comercio de animales	Transformadores	Comercio minorista	Consumidores
Proveedores de vientres, reproductores, semen y embriones de razas mejoradoras; equipos e insumos; alimentos y sales; semillas e insumos agrícolas; medicamentos y accesorios veterinarios	Ganado en pie (hembras, reproductores, vientres y corderos) y productores de razas especializadas	Comercio de animales en concentraciones ganaderas: subastas, remates, ferias comerciales, ferias exposición, mercados ganaderos y paraderos	Frigoríficos y plantas de transformación: carne en canal; carne deshuesada; carne con hueso, carnes frías y embutidos; y otros productos cárnicos de valor agregado	Expendios de carne; grandes superficies; restaurantes y exportaciones	Consumidor rural; consumidor urbano y consumidor internacional

Fuente: Elaboración propia.

Proveedores de insumos: son los proveedores de animales en pie, equipos, alimentos, sales, semillas, medicamentos, vacunas, maquinaria y mejoradores. Se encargan de proporcionar los insumos a los productores primarios para la iniciación de la cadena. Es un eslabón fundamental para garantizar los modelos de costos y facilidades de acceso para la producción de carne en el país (DNP, 2020).

Productores primarios: son los ovinocultores. El proceso inicia con la etapa de reproducción, en la cual se lleva a cabo la monta natural o la inseminación de la hembra durante la periodo fértil y se brindan los cuidados durante la preñez y el parto. Luego, en la etapa conocida como *cría*, los corderos recién nacidos reciben lactancia y cuidados adecuados para la etapa de destete, levante y engorde para la comercialización en pie, como en corderos menores de 10 meses y de 25 a 35 kilogramos (Alonso, 1981).

El ciclo ovino es netamente de carácter económico y se refiere a la liquidación o retención de vientres Es importante concentrarse en el destino de las hembras, no sólo por el capital que representa de acuerdo con su capacidad de reproducción, sino también por el bien en que se convierte durante su sacrificio. En otras palabras: la hembra es utilizada para reproducirse y es una herramienta en la generación de corderos que aumentan el inventario; si es descartada, se venderá para incrementar el flujo de caja para el ganadero.

El factor que determina el cambio de destino de las hembras depende de los precios en función de la oferta y la demanda. Si no hay pasturas para el mantenimiento, surge una sobreoferta de animales que genera precios bajos y, por consiguiente la venta de hembras (el sacrificio de hembras origina reducción del inventario); en caso contrario, si los precios son altos por la baja oferta de animales, se retienen para la reproducción y aumento del inventario. Esta fase es conocida como *retención de vientres:* muchas líneas de crédito están enmarcadas en retener vientres para que haya un estímulo financiero en este proceso (Alonso, 1981).

Comercio de animales: se refiere a las concentraciones ganaderas, como subastas, remates, ferias comerciales, exposiciones, mercados ganaderos o paraderos. El objetivo de estas concentraciones consiste en vender animales de producción primaria. En la subasta, se busca la comercialización de lotes de animales con destino a predios o sacrificio para el consumo. En el remate, se comercializan las razas para reproducción y mejoramiento genético. En las ferias, se transan todo tipo de especies: en las de exposiciones hay exhibición y promoción de especies, razas para reproducción y mejoramiento genético (ICA, 2010).

Transformadores: el eslabón relacionado con los frigoríficos y el sacrificio de animales en la actualidad está regido por el Decreto 1500 de 2007, que establece el reglamento técnico a través del cual se crea el sistema oficial de inspección, vigilancia y control de la carne para consumo humano. Así mismo, se establecen los requisitos de inocuidad que se deben cumplir en la producción primaria, beneficio, desposte, procesamiento, almacenamiento, transporte, comercialización, expendio, importación o exportación. En la actualidad existen, diez frigoríficos avalados por el Invima para el sacrificio de ovinos y caprinos. No obstante, la reducción del número de mataderos ha derivado en el incremento del sacrificio clandestino (Minsalud, 2007).

Los problemas del sacrificio clandestino y contrabando de animales han hecho que el proceso de transformación ilegal crezca y el legal decaiga. Otra dificultad que se observa es la poca cantidad de plantas o frigoríficos ubicados en centros de consumo, lo que hace que la comercialización se realice a través de una amplia red de intermediarios —*colocadores*—, que son un eslabón más en la comercialización y, en muchas ocasiones, tienen un impacto importante en los precios de compra del cordero en pie.

En la actualidad, el país cuenta con diez plantas de beneficio que cumplen con las condiciones de los decretos 1500 de 2007 y 2270 de 2012 y las resoluciones reglamentarias. Antioquia, Atlántico y Santander cumplen con los requisitos para ser exportadoras (Invima, 2019). El sacrificio por departamento muestra que La Guajira, Magdalena, Cundinamarca y Santander sacrifican el 91 % del total en el país, cifra acorde con el inventario.

Comercio mayorista y minorista: la comercialización de carne se realiza a través de tres canales diferenciados: el primero es una continuación de la cadena de intermediación, con un nuevo *comisionista* que hace las veces de mayorista para distribuir entre la amplia red de expendedores detallistas (famas, galerías, etc.) en pequeños establecimientos sin condiciones adecuadas de conservación y expendio. El segundo canal está conformado por las famas especializadas, almacenes de cadena y la industria de embutidos y otros derivados. El tercero, llamado *institucional*, está conformado por hoteles, hospitales, clubes, fuerzas militares, etc. El segundo y tercer canal, en menor medida, lideran un proceso creciente de modernización y valor agregado en el proceso de comercialización, como maduración, porcionamiento, empaque al vacío, etc. (Minsalud, 2007).

Consumidores: el último, pero no menos importante eslabón de la cadena, es el consumidor: se caracteriza por ser un actor pasivo y segmentado por su capacidad adquisitiva. Mientras los sectores de altos ingresos se inclinan cada vez más hacia productos con valor agregado y han asumido procesos de cambio de patrones de consumo, liderados por la industria y las grandes cadenas principalmente, la mayor parte del mercado aún prefiere la carne fresca y sin proceso de maduración; no distingue cortes ni diferencia calidades, no sólo por razones eminentemente culturales, sino también por falta de capacidad para asumir el mayor costo de una calidad que no ha aprendido a percibir para exigirla (Minsalud, 2007).

El comportamiento regular de la economía en los últimos años y la baja en el poder adquisitivo han hecho que las familias disminuyan el consumo de la carne, puesto que comienzan a sustituir la proteína animal. Esto ocurre con la carne de bovino, la cual tiene un mayor comercio cultural en Colombia, lo que ocasiona que el consumo de carne ovina tenga una menor demanda, pues es reemplazada por otro tipo de proteínas, como el huevo (Minsalud, 2007).

6.2 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); también se puede definir 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, en el que un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción de ovinos en pastoreo; las variables se consideran 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 carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo a escala 1:100.000 en Colombia. Esta información se encuentra en las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico en los anexos del presente documento y contienen información relacionada con la definición, la importancia, los rangos de evaluación, los limitantes, la metodología utilizada para su procesamiento, la representación cartográfica y las fuentes de información.

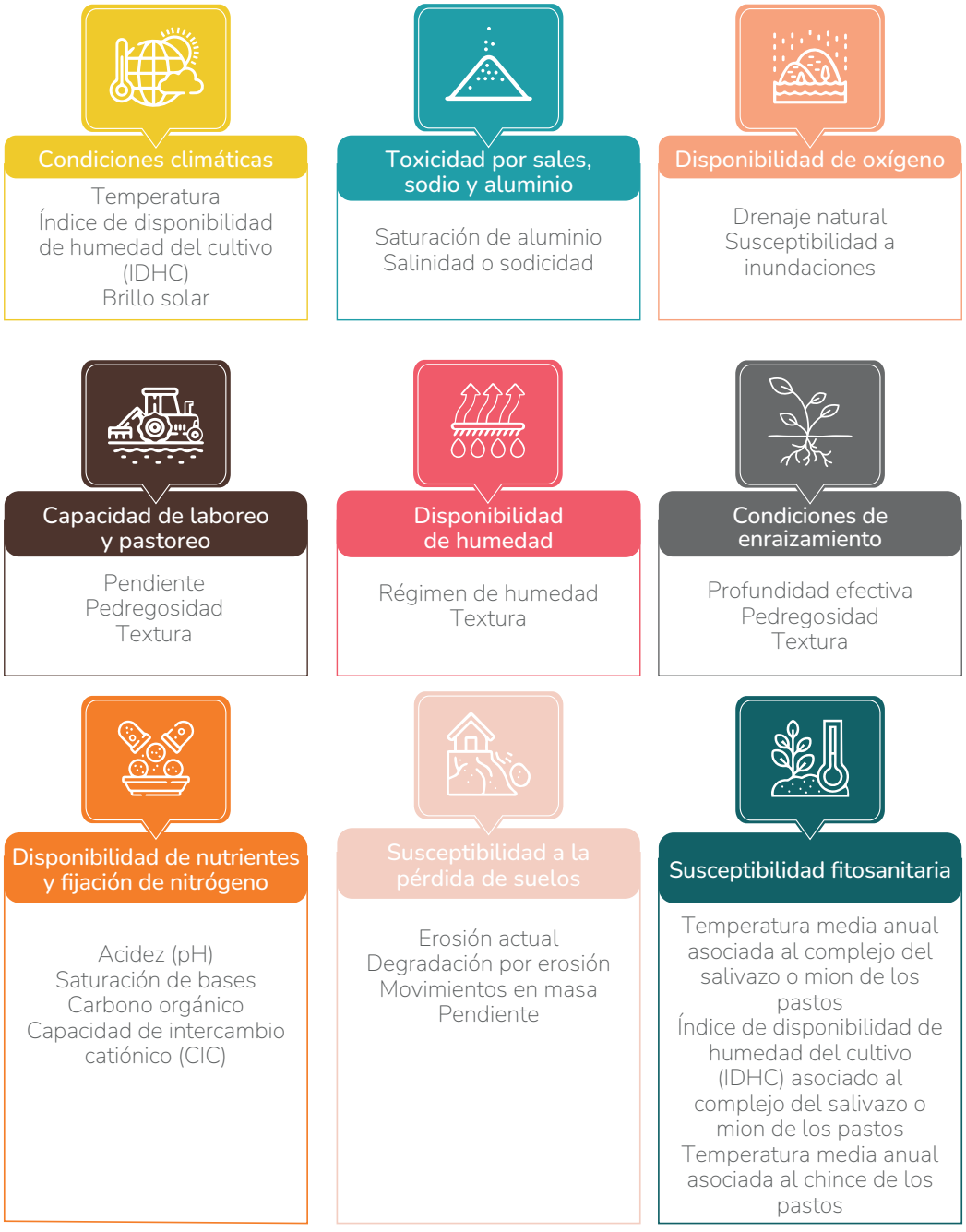
6.2.1 Criterios físicos

Hacen referencia a las condiciones generadas por el ambiente y se enfocan en el clima y el suelo, los cuales se enmarcan en los conceptos de productividad y sostenibilidad. Estos se desarrollan a través de la Metodología de evaluación de tierras de la FAO (1976), definida como la evaluación de la aptitud de la tierra cuando se utiliza para propósitos específicos y que involucra estudios de suelos, de vegetación, de clima y de otros aspectos de la tierra. El principal objetivo de la evaluación consiste en definir los mejores usos posibles para cada unidad de tierra definida, tomando en cuenta la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro.

El componente físico hace énfasis en la producción de forraje para el pastoreo, específicamente, se refiere a las gramíneas como base forrajera, puesto que estas se emplean como referencia para determinar la aptitud de las tierras. Sobre esto, cabe aclarar que las praderas están compuestas de gramíneas, leguminosas y otras familias de forrajes, que pueden ser herbáceas, arbustivas o arbóreas (sistemas silvopastoriles). Estas mejoran la oferta forrajera y los servicios ecosistémicos que, al final, dependen de la apuesta de manejo de cada productor ovino.

En tal sentido, la metodología busca la mayor producción bajo la menor inversión de capital y la menor afectación de los recursos naturales. Por lo tanto, está determinada por una comparación entre la demanda de la producción forrajera, a partir de un paquete tecnológico específico por la oferta de pastos, y la oferta ambiental de las tierras, definida por 23 variables agrupadas en 9 criterios de análisis jerárquico (ver Figura 24).

Figura 24. Criterios y variables del componente físico



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 20 se pueden observar los criterios y las variables que componen cada uno de los criterios del componente físico. Con base en los requerimientos de los pastos, 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.

Tabla 20. Definición de criterios y variables del componente físico

Criterio	Definición	Descripción de variables
Condiciones climáticas	Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático, definidas como variables, que interactúan con las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976; UPRA, 2013).	**Temperatura media anual:** medida del estado térmico del aire con respecto a la habilidad de transmitir 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, referida a la cantidad de agua que suministra la precipitación en determinado mes y es evapotranspirada y la evapotranspiración del cultivo mensual. Este índice se lleva a una medida de tendencia anual y se expresa en valores que oscilan entre 0 y 1.
		Brillo solar medio diario anual: cantidad de horas en las que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre. Se denomina *brillo solar* o *insolación* (Ideam, 2014).
Disponibilidad de nutrientes		**Acidez (pH):** concentración de iones de hidrógeno e iones de hidróxido en la solución del suelo, que define el grado de acidez o alcalinidad de un suelo, expresado como un valor de pH (Soil Science Society of America, 2018).

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, 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.	**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 capacidad de intercambio de cationes incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez total, determinada como pH 7 u 8. A menudo se expresa como un porcentaje (SSSA, 2018).
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC): de acuerdo con Chapman (como se citó en Malagón et ál., 1990), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo, dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por los de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico y, usualmente, se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo, centimoles por kilogramo de suelo o milimoles de carga por kilogramo 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 gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés et ál., 1984).
		Carbono orgánico: el carbono orgánico del suelo se encuentra en forma de residuos orgánicos alterados de plantas, animales y microorganismos, tanto vivos como muertos, en el humus y en forma muy condensada, casi como carbono elemental, es decir, carbón vegetal, grafito o 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 nitrógeno, cuyo aporte mineral es normalmente deficitario.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Toxicidad por sales o sodio, y aluminio	Presencia de elementos minerales en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas que son tóxicos a las plantas, lo cual restringe el crecimiento y la producción, además de generar efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos (FAO, 1976, 1991; UPRA, 2013).	**Saturación de aluminio:** proporción de iones de aluminio en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones iones de aluminio y de hidrógeno 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 que es soluble en suelos ácidos con un pH menor de 5,5.
		Salinidad o sodicidad: contenido alto de sales solubles o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse en cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también en cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio 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 al fenómeno climático de aridez y a 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 ústico de humedad (Garavito, 1979).
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 dióxido de carbono hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior para ser absorbido por las raíces (FAO, 1976, 1991; UPRA 2013).	**Drenaje natural:** grado de eliminación de agua por la escorrentía y el flujo, a través del suelo, a los espacios subterráneos (USDA, 1961). El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo. Tiene en cuenta la relación entre la pendiente, la escorrentía y la infiltración, y las evidencias de los procesos de óxido-reducción, de los colores gley y de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés et ál., 1984; USDA, 1961).
		Susceptibilidad a inundaciones: desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua, o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (IGAC, 2010; OMM et ál., 2012).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua a las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo en condiciones naturales. Se relaciona con el contenido y movimiento del agua en el suelo durante el año (FAO, 1976, 1991; UPRA, 2013).	**Régimen de humedad del suelo:** presencia o ausencia de un manto freático o agua retenida a una tensión inferior a 1500 kilopascales 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 dos milímetros (Malagón et ál., 1990).
Condiciones de enraizamiento	Conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo de las raíces, de forma tanto vertical como horizontal (FAO 1976 y 1991).	**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 desarrollo de las raíces (USDA, 1961).
		Pedregosidad: fragmentos de roca de dos o más milímetros de diámetro presentes en el suelo. Se reconocen, de acuerdo con su tamaño, como *grava, guijarro, piedra* y *bloques* (Van Wambeke et ál., 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 dos milímetros (Malagón et ál., 1990).
Capacidad de laboreo y pastoreo	Condiciones del terreno para preparar un lecho con los nutrientes adecuados y con unas condiciones que permitan el establecimiento del cultivo (pastos) para su posterior desarrollo, mantenimiento y cosecha. Las labores pueden realizarse de forma manual, con tracción animal o mencanizada (FAO, 1976; UPRA, 2013).	**Pendiente:** grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (SSSA, 2018).
		Pedregosidad: cantidad de fragmentos de roca de dos o más milímetros de diámetro en el suelo (Wambeke et ál., 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 dos milímetros (Malagón et ál., 1990).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Grado 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, lo cual origina una disminución de la productividad (FAO, 1976, 1991).	**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 y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015). **Amenaza por movimiento en masa:** peligro latente de movimientos en masa de origen natural o causado o inducido por la acción humana de forma accidental, en función de probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016). **Pendiente:** grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (SSSA, 2018).
Susceptibilidad fitosanitaria	Condiciones ambientales que afectan el potencial de aparición, dispersión y propagación de plagas y enfermedades en los pastos. En este caso, se refiere al complejo del salivazo o mion de los pastos y al chinche de los pastos.	**Temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mión de los pastos:** medida del estado térmico del aire y su habilidad de comunicar calor a su alrededor, que para este caso es determinante en el metabolismo del insecto, afectando su potencial aparición, incidencia y severidad (Martínez et ál., 1998; Rodríguez, 2011). **Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHC) asociado al complejo del salivazo o mion de los pastos:** relación entre la precipitación y la evapotranspiración mes a mes, llevados a una medida de tendencia central que permite estimar la estacionalidad en la humedad ambiental. Para este caso, es determinante en la potencial aparición, incidencia y severidad de la plaga. **Temperatura media anual asociada al chinche de los pastos (*Collaria* sp.):** medida del estado térmico del aire y la habilidad de transmitir calor a su alrededor, que, para este caso, es determinante en el metabolismo del insecto, pues afecta su potencial aparición, incidencia y severidad (Barreto y et ál., 1998; Ramírez et ál., 2002; Rodríguez et ál., 2011).

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Criterios socioecosistémicos

Los criterios socioecosistémicos se definen desde la visión sectorial agropecuaria y buscan establecer sistemas de producción con la capacidad de perdurar en el tiempo (sostenibilidad), gracias a la integración con su entorno territorial, para así contribuir 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.

Entre los criterios de orden socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el establecimiento y la permanencia de una cadena productiva. En las áreas con mayor aptitud, 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 cadena ovina se orienta a identificar y delimitar las áreas con aptitud para el establecimiento de producción de carne ovina (*Ovis aries*). Dentro de los criterios sosioecosistémicos, también se consideran 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» (OIE, 2018). Los principios de la OIE sobre bienestar animal describen este derecho que tienen los animales que se encuentran bajo el control del ser humano y contemplan 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;
- Libre para expresar las pautas propias de comportamiento.

Teniendo en cuenta que las libertades «de miedos y angustias» y «para expresar las pautas propias de comportamiento», pertenecientes a cada animal, no pueden ser representadas cartográficamente, se optó por no incluirlas en el análisis. Los criterios y variables socioecosistémicos contribuyen al análisis del territorio que acoge el sistema productivo descrito en el TUT, para propender hacia la sostenibilidad tanto de la actividad productiva como del territorio que la recibe. Con este fin, se definieron 19 variables agrupadas en 8 criterios de análisis jerárquico (ver Figura 25).

Figura 25. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 21 se presentan elementos técnicos relacionados con la definición de los criterios y variables socioecosistémicas.

Tabla 21. Definición de criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Definición	Descripción de variables
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.	**Clasificación bioclimática:** la activación de mecanismos termorregulatorios, de tipo fisiológico, metabólico y endocrinológico son responsables parcialmente de la habilidad que tienen las razas ovinas para evitar la hipertermia. Estas razas, cuentan con características fenotípicas y genotípicas que les permiten ser más tolerantes al estrés calórico. El grado de los efectos del estrés calórico sobre la productividad de los ovinos depende del nivel de

Criterio	Definición	Descripción de variables
Confort animal	Muestra la capacidad del medio de proveer las condiciones adecuadas de protección y de comodidades térmicas necesarias, que le permitan al animal expresar su potencial genético.	adaptación de cada raza; las razas de pelo son menos susceptibles a esta condición (como se citó en Pérez et ál., 2020). Igualmente, los ovinos que se encuentran en pastoreo sufren la exposición al viento, a la precipitación y a las variaciones de la temperatura ambiente, lo cual determina múltiples respuestas fisiológicas ante la ganancia o pérdida de calor. Las condiciones ambientales adversas, debido al efecto combinado de baja temperatura, precipitación y viento en la época de parición y en el momento de la esquila, hacen parte de las principales causas anuales de mortalidad de corderos (como componente del complejo inanición-exposición) y de animales recién esquilados (Saravia et ál., 2003), lo que implica que el clima determina el grado de confort. El ambiente puede influir negativamente sobre las condiciones de vida de los animales y generar situaciones de estrés agudo o crónico que repercuten en la eficiencia productiva general y en la calidad de los productos obtenidos (Strappini et ál., 2012, como se citó en Vera, et ál., 2019).
		Confort higrotérmico: identifica las zonas con las mejores condiciones (temperatura y humedad) sin ningún tipo de intervenciones medioambientales o modificaciones en la infraestructura. Esto le permite al animal destinar sus utilidades calóricas a la producción de carne, leche y crías, y no a mecanismos de termorregulación.
		Condiciones de sombrío: muestra la capacidad del medio (unidad espacial de análisis) de proveer las condiciones adecuadas de sombrío para los ovinos en pastoreo, proporcionadas por las coberturas naturales, y así contribuir con la libertad de incomodidades físicas y térmicas base del bienestar animal.
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.	**Susceptibilidad a enfermedades podales:** evalúa los principales factores predisponentes que favorecen el desarrollo de las bacterias que producen las enfermedades podales (*foot rot*) en todas las áreas del país. Estos factores se asocian a humedad, lluvias, potreros con saturación de agua, presencia de animales (Figueroa et ál. 2013; Calderón et ál., 2012).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Sanidad animal	Tiene como objeto no sólo preservar la salud y vida de los animales, sino también 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 parásitos gastrointestinales:** evalúa la probabilidad de ocurrencia en las áreas que brindan al parásito (nematodos) todas las condiciones del ambiente que favorecen su aparición y el desarrollo del ciclo biológico completo.
		Susceptibilidad a rabia de origen silvestre: 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. Muestra la distribución potencial del murciélago hematófago (*Desmodus rotundus*) mediante modelos de distribución de especie.
		Susceptibilidad a parásitos hepáticos: «La fasciolasis es una de las enfermedades parasitarias importantes que afecta al rebaño ovino. En animales afectados puede generar una disminución en la capacidad reproductiva, ganancia de peso, producción de carne y leche y calidad de la lana y el cuero» (Pavez et ál., 2019).
Apropiación y acceso al agua	Balance entre la oferta hídrica de una subzona hidrográfica (calculada como uso consuntivo de agua por las pasturas) y la demanda hídrica. Incluye el consumo potencial, cantidad de agua que contiene la subzona hidrográfica que sostiene el consumo del inventario actual del ganado ovino y determina la disponibilidad del recurso para futuras producciones y la cercanía a los cuerpos de agua para garantizar el suministro y acceso al líquido por parte de los animales.	**Apropiación de agua:** estima el consumo potencial de agua del ganado ovino para su producción de carne en pastoreo en una subzona hidrográfica mediante la evaluación de su oferta hídrica natural.
		Acceso al agua: 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; esta es requerida para la regulación de la temperatura corporal, para el crecimiento, reproducción, lactación, digestión, metabolismo, excreción, hidrólisis 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 y constante al agua limpia y fresca, la cual debe satisfacer los requerimientos nutricionales en las etapas productivas, básicos para el mantenimiento y desarrollo para cumplimiento de la libertad (*libre de sed*) del bienestar animal. La falta de disponibilidad y consumo del agua puede producir la muerte.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Estatus ecológico de las pasturas	Capacidad de las pasturas de soportar y mantener su capital natural sin degradarse, ante alteraciones externas, y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada. Es una condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo. Este criterio responde tanto a la productividad y resiliencia de las pasturas como a la evaluación del bienestar animal para que se encuentren libres de hambre y desnutrición.	**Vigor:** se refiere a la productividad de las pasturas, con particular atención en las interacciones que afectan los flujos de energía (ONU, 2006). De acuerdo con Hofstede (2004), cuanto mayor vigor tenga una pastura, tanto mayor será su productividad. En términos de salud ecológica, se refiere a la productividad del ecosistema. En términos biológicos, ecuanto mayor sea la productividad de material vegetal, el ecosistema se encontrará en mejor salud (Hofstede, 2004).
		Amenaza por incendios de la cobertura vegetal: identifica las 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 el desarrollo de actividades agropecuarias. Se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio y tiempo determinados.
		Potencial de invasibilidad: condiciones propias de las áreas con pasturas que facilitan el establecimiento y posterior dispersión de las especies exóticas con alto riesgo de invasión en Colombia. La variable contribuye a discriminar las áreas que, por sus condiciones naturales, tienen mayores probabilidades para el establecimiento de estas especies.
Potencial forrajero de pastos nativos y naturalizados	Expresa la distribución natural de algunas de las principales especies de pastos de la familia *Poaceae* (gramíneas) utilizadas en mayor o menor grado como forrajes para la producción de ganado ovino en Colombia, así como el uso potencial que podrían tener, según el grado de conocimiento y tradición en su utilización a nivel regional.	**Número de especies de importancia forrajera presentes:** 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.
		Uso tradicional de los pastos nativos como forrajes: identifica las zonas en las cuales se tiene conocimiento del uso de especies nativas como forrajes y se usan frecuentemente en la alimentación del ganado ovino.
Integridad ecológica	Capacidad del ecosistema para mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada. Es una condición indispensable para la prestación, regulación y flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio (Ciontescu, 2012).	**Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN):** se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (McArthur et ál., 1967; Tischendorf et ál., 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.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Integridad ecológica	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 de mantener una comunidad de organismos con una composición de especies, diversidad y organización funcional comparable con la 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 de la Tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Mackey, 2005; Ciontescu, 2012).	**Índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT):** se refiere 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 están determinadas 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 et ál., 2008).
		Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): establece lugares donde se concentran las 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).
Cambio de cobertura	Aptitud del territorio al cambio de cobertura existente asociado para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo. Determina la favorabilidad o no del cambio de la cobertura, en el marco de la sostenibilidad del territorio, y bajo los principios: de grado de antropización y transformación de las coberturas; de importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura de acuerdo con sus diferentes características; y de importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.	
Variación del contenido estimado de carbono	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 ovina. Permite determinar la sostenibilidad ambiental asociada a este servicio ecosistémico (UPRA, 2016). Este criterio identifica las áreas con mayores niveles de dióxido de carbono equivalente provenientes de la actividad de ganadería ovina.	

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 y las emisiones de gases, debido a la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo y la afectación en el tiempo de estos recursos por los cambios en el uso del suelo.

6.2.3 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. En otras palabras: la productividad depende de 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). De tal forma, la competitividad constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario, pues no sólo se conforma como la condición de viabilidad de los productos en el mercado, sino que también genera oportunidades sostenibles para todos los habitantes del campo (DNP, 2010). Tanto la sostenibilidad como el 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; de la articulación de los mercados regionales; y de la población rural tanto para desarrollar su potencial productivo como para elevar su calidad de vida.

Con respecto a la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo con fines comerciales para el mercado colombiano, el componente socioeconómico se define como la capacidad de una región (o municipio) para generar no sólo las condiciones que promuevan la competitividad de una explotación comercial, sino también el desarrollo económico sostenido, lo cual se refleja en la mejora permanente de las condiciones de vida y bienestar de los habitantes, empresarios y trabajadores de esa región. La importancia radica en que las condiciones territoriales existentes determinan la competitividad de la producción de carne ovina con fines comerciales, de acuerdo con la interacción de las variables que caracterizan al territorio definido.

Para desarrollar 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 no sólo repercute en mejores condiciones de vida de las comunidades locales, sino también en beneficio de la producción ovina de carne.

Si bien al inversionista de la explotación comercial de carne ovina (*Ovis aries*) no le es demasiado significativo interesarse en un sitio con mejores o peores condiciones de vida, por lo menos su inversión sí beneficiará a la comunidad local. En consecuencia, el impacto socioeconómico causado por proyectos de producción ovina en Colombia atrae a las agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social. La Figura 26 muestra 30 variables agrupadas en siete criterios del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud de carne ovina (*Ovis aries*) en Colombia y la Tabla 22, las definiciones respectivas.

Figura 26. 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.	**Inventario ovino:** corresponde a predios geo-rreferenciados con explotaciones de ovinos y su colindante, los cuales se consideran únicamente como predios de propiedad privada 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 ovino en pie en ferias comerciales, mercado ganadero, subasta, remate o paradero.

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.	**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) que ha sido registrado y autorizado para este fin. El propósito consiste en proveer a las entidades territoriales la infraestructura y el equipamiento adecuados para el sacrificio de animales. Para ello, tiene en cuenta las prácticas sanitarias establecidas en la normativa colombiana, 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).
		Cercanía a centros de servicio: facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción de carne de ovinos. Los centros de servicios suelen encontrarse en municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes (para el año 2018). 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, la cual determina 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.»
		Conectividad terrestre: cercanía del predio y del colindante a las vías primarias, secundarias y terciarias que hay en el país. También se refiere a la accesibilidad a las rutas terrestres para el movimiento de ovinos en pie e insumos de un lugar a otro.
		Cercanía a puertos marítimos: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio —en particular, un puerto marítimo— desde otros puntos en el territorio. La variable sintetiza la posibilidad de desplazarse del aparato productivo a los puertos marítimos para operaciones de comercio internacional, tanto exportaciones como importaciones. Para efectos de la presente zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los puertos marítimos.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Asociatividad e institucionalidad	Facilidad con la que se puede acceder, desde otros puntos en el territorio, a una asociación de productores de ovinos, a la institucionalidad gremial y a las entidades que soportan la sanidad, la investigación y la transferencia de tecnología agropecuaria.	**Cercanía a asociaciones:** facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, una asociación de productores de ovinos.
		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 los puntos de servicio al ganadero, los usuarios pueden realizar trámites asociados a la solicitud de la guía sanitaria de movilización interna de animales (GSMI), la guía de trasporte, el registro de hierros, la inscripción de fincas ganaderas y el programa *Identifica*. Así mismo, puede obtener 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 ovinos.
		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 consiste en crear y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.
Disponibilidad de mano de obra	Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción pecuaria en un municipio.	**Densidad de la población rural en edad de trabajar:** número de personas rurales en edad de trabajar por kilómetro cuadrado comparado con las necesidades técnicas de la producción de ovinos. El rango etario 20-64 años responde a la disponibilidad de información por lustros de edades, lo cual busca medir la cantidad de habitantes que se consideran en capacidad de trabajar según las series de población estimadas por el DANE (2018).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Disponibilidad de mano de obra	Para esto, se estima se estima el nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica, de acuerdo con las necesidades de los productores de ovinos.	**Oferta educativa técnica y tecnológica:** nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior, a nivel técnico o tecnológico, oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria, los cuales permiten la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio (SENA, 2020).
		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, como Medicina Veterinaria, Zootecnia y Medicina Veterinaria y Zootecnia, que no sólo facilitan la formación de la población, sino que también mejoran la competitividad sectorial del territorio (Convezcol, 2020)
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.» (Resolución 128 de 2017, MADR).	**Tamaño predial rural:** superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el rendimiento y las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva. Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se consideró el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural.
		Avalúo catastral rural: determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios que se obtiene mediante la investigación y el análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones comprendidos en ellos (IGAC, 2019).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Dinámica del mercado de tierras	El criterio expone la situación y comportamiento de los municipios en torno a la dinámica de la tierra desde cuatro variables que permiten comprender la capacidad y limitantes del factor de producción agropecuaria por excelencia para el desarrollo de la producción ovina. Muestra 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 la tierra para en el sector de ovinos.	**Arriendo rural:** valor del 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 (DANE, 2018).
		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 al principio constitucional del derecho a la propiedad privada (UPRA, 2015).
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 de ovinos relativizados por importancia del sector pecuario y los resultados de la gestión y el desempeño público municipal.	**Créditos otorgados:** valor a precios al año 2019 de los créditos otorgados desde el 2015 a nivel municipal para el desarrollo y mejora de la producción ovina y direccionadas a personas naturales o jurídicas para construir o mejorar los procesos de producción o comercialización. Se colocan 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 y respaldadas por efectos colaterales por el Fondo Agrícola de Garantías (FAG).
		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 la evaluación, la clasificación y el orden jerárquico sean nacionales.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Indicadores económicos		**Desempeño municipal:** mide y compara el desempeño municipal de las entidades territoriales. Se define como la capacidad de gestión y resultados de desarrollo en términos del aumento de la calidad de vida de la población. Para ello, se considera las capacidades iniciales para incentivar una mejor gestión, la calidad del gasto y la inversión orientada a resultados (DNP, 2017). 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.
		Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC): estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado. Están constituidas por 344 municipios que son considerados como los más golpeados por la violencia (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2017).
Seguridad ciudadana	Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como del riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas.	**Abigeato:** el *abigeato* o *cuatrerismo* es el delito que consistente en el robo de animales de cría. 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 243A a través de una reforma a la ley 599 de 2000, realizada en 2018, lo cual facilita las herramientas de protección al patrimonio de los productores ganaderos. Se distinguen dentro de la tipificación del delito las especies bovinas mayores y menores, equinas o porcinas plenamente identificadas.
		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 (Ley 599 del 2000, artículo 244). Esta persona está definida en el Código Penal como quien "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".

Criterio	Definición	Descripción de variables
Seguridad ciudadana	Es una situación según la cual las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).	**Secuestros rurales:** detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, de amenazas, del engaño o de incentivos, 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 *homicidium*, 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 la «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).»
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 ésta. Esta aproximación permite observar patrones distintos a los medidos por la pobreza monetaria, pues se enfoca en los hogares rurales.	**Trabajo:** promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *trabajo informal* y *tasa de dependencia*.
		Salud: promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *sin aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios de salud*.
		Condiciones de la niñez y la juventud: promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *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: promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *hacinamiento crítico*, *pisos y paredes exteriores inadecuadas*, *inadecuada eliminación de excretas* y *sin acceso a fuentes de agua mejorada*.
		Condiciones educativas del hogar: promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *analfabetismo* y *bajo logro educativo*.

Fuente: Elaboración propia.

6.3 Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

En relación con la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia a 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 2020, que corresponden a *aptitud alta* (A1), *aptitud media* (A2), *aptitud baja* (A3) y *no apto* (N1). Así mismo, se contemplaron las categorías de exclusiones y condicionantes, como se puede observar en la Tabla 23.

6.3.1 Criterios y variables del componente físico

El componente físico tiene como marco de análisis los pastos, los cuales se definen como la base forrajera en un potrero y se referencian en la presente zonificación para determinar la aptitud de las tierras desde el componente físico (requerimientos edafoclimáticos). Cabe aclarar que las praderas también están compuestas de leguminosas y otras familias de forrajes. La información requerida se obtuvo mediante la consulta al *Sistema de toma de decisión para selección de especies forrajeras* (Agrosavia, 2017;

Tabla 23. Categorías de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) 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 o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o con 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 o ambiental para el desarrollo de la actividad productiva.

Fuente: UPRA, 2016.

Arce, et ál., 2013) de la información para Colombia generada por Agrosavia (Corpoica, hasta mayo de 2018), el ICA el CIAT y otros autores (Peters et ál..,2010; Argel, 2006; Bernal, 1994; Lapointe et ál., 1992; CIAT, 1988; ICA, 1976).

De este modo, se inició el proceso con 105 especies forrajeras, entre gramíneas y leguminosas, para construir rangos de aptitud específicos según la metodología de evaluación de tierras (FAO, 1976), pero no de un pasto tipo. Finalmente, se optó por agrupar por características comunes, como requerimientos edafoclimáticos, morfología, hábitos de crecimiento y calidades nutricionales. Mediante el análisis y unificación de los requerimientos de los pastos, se obtuvieron agrupaciones que fueron ajustadas y validadas en talleres con grupos de expertos. De esto se conformaron ocho grupos de pastos llamados *mejorados o introducidos*, los cuales se describen a continuación (ver Tabla 24).

Grupo 1. Pastos de crecimiento, principalmente en macollas, adaptados al 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 entre las gramíneas, como totales de nutrientes digestibles, proteína cruda, fibra detergente neutro, energía digerible y metabolizable, minerales. Este grupo está compuesto por los pastos de tipo *ryegrass* (*Lolium multiflorum, L. hybridum, L. perenne*), festuca (*Festuca arudianacea*), falsa poa (*Holcus lanatus*) y azul orchoro (*Dactylis glomerata*) (Agrosavia, 2017; Peters et ál., 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

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 varios tipos de suelos y presentan entre una alta y una media calidad nutricional según el manejo. Este grupo solo lo compone el pasto de tipo kikuyo (C*enchrus clandestinus*) (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

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

Grupo 4. Pastos de clima medio a cálido; de crecimiento estolonífero y rizomatoso; crecen en variedades de suelos principalmente con fertilidades entre moderadas y altas; tolerantes a las condiciones de alcalinidad; y con 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 híbrido tiftón 85 (*Cynodon* spp.) (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

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).

Grupo 6. Pastos de clima cálido; de suelos de entre alta y 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 híbrido *massai* (*M. hibrido*) (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

Grupo 7. Pastos adaptados a condiciones de suelos ácidos y bien drenados; de calidades nutricionales bajas a moderadas. Corresponden a las *Brachiariae*, 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 hibrida*); 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).

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

Tabla 24. 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	Angleton	*Dichantium aristatum*
		Climacuna	*Dichantium anulatum*

Grupo	Principales características	Nombre común	Nombre científico
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 y suelos 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* hibrido
		Cultivar llanero o *Brachiaria dyctioneura*	*Brachiaria* humidícola
G8	Alta adaptabilidad a suelos ácidos, con altas saturaciones de aluminio y diferentes condiciones de drenaje	Humidícola pasto dulce	*Brachiaria* humidícola

Fuente: UPRA, 2020.

Otras especies de pastos fueron analizadas, por ejemplo: el gordura (*Melinis minutiflora*); el puntero o yaraguá (*Hyparrhenia rufa*); y el carimagua (*Andropogon Gayanus*), adaptados a suelos ácidos de buen drenaje, los cuales se utilizaron inicialmente en los Llanos Orientales, pero luego fueron reemplazados por las brachiarias. También se consideró el pangola (*Digitaria eriantha*), adaptado a clima cálido y templado, aunque poco frecuente; y el buffel (*Cenchrus ciliaris*), el cual se adapta tanto a los climas cálido como templado y a los suelos salinos.

Con base en los requerimientos de las agrupaciones mencionadas, se construyeron los rangos de las variables y los criterios, para lo cual no sólo se unificó cada uno por agrupación, sino también a un criterio integrado para la producción de gramíneas forrajeras para pastoreo mediante un proceso de análisis jerárquico multicriterio. En la Tabla 25 se puede observar la calificación de los rangos de aptitud de los criterios y variables físicas para la zonificación.

Tabla 25. Rangos de aptitud del componente físico para la zonificación de aptitud para la producción de ovinos (*Ovis aries*) en pastoreo

Criterios	Variables	Unidad de medida	Agrupación	Alto (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	N1
Condiciones climáticas	Temperatura media anual	Grados centígrados (°C)	G1	12-15	10-12; 15-18	6-10	<6->18
			G2	12-15	10-12; 15-18	8-10	<8->18
			G3	>24	22-24	20-22	<20
			G4	>24	18-24	16-18	<16
			G5, G8	>24	20-24	17-20	<17
			G6	>24	20-24	18-20	<18
			G7	>26	20-26	18-20	<18
	Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC)	Adimensional	Todas	>0,85	0,7-0,85	0,5-0,7	<0,5
	Brillo solar medio diario anual	Horas sol/día	G1, G2	>3	2-3	<2	—
			G3, G4, G5, G6, G7, G8	> 4	3-4	<3	—
Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	Rangos de pH	G1	5,5-6,5	5,0-5,4, 6,6-7,8	<5,0; 7,8	—
			G2	5,0-6,5	4,5-4,9; 6,6-7,3	<4,5; >7,3	—
			G3, G4	6,0-7,5	5,5-5,9; 7,6-7,8	<5,5; >7,8	—
			G5	6,0-7,3	5,5-5,9; 7,4-8,4	<5,5; >8,4	—
			G6	5,8-7,3	5,0-5,7; 7,4-7,8	<5,0; >7,8	—

Criterios	Variables	Unidad de medida	Agrupación	Alto (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	N1
Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	Rangos de pH	G7	5,0-6,5	4,5-4,9; 6,6-7,3	<4,5; >7,3	—
			G8	4,8-5,5	3,8-4,7; 5,6-7,3	<3,8; >7,3	—
	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	cmol/kg de suelo	G1, G2, G5, G6	>20	10-20	<10	—
			G3, G4	>20	15-20	<15	—
			G7	>15	5-15	<5	—
			G8	>10	5-10	<5	—
	Saturación de bases	Porcentaje (%)	G1, G2	>35	10-35	<10	—
			G3 y G4	>70	50-70	<50	—
			G5 y G6	>50	35-50	<35	—
			G7	>35	10-35	<10	—
			G8	>10	5-10	<5	—
	Carbono orgánico	Porcentaje (%)	G1	>4,0-≤10; andisoles >4,0-≤15	≥2,7-≤4,0; >10; andisoles >15	<2,7; histosoles	—
			G2	>2,7-≤10; andisoles >2,7-≤15	≥1,3-≤2,7; >10; andisoles >15	<1,3; histosoles	—
			G3, G4, G5, G6, G7, G8	>1,2-≤10	≥0,5-≤1,2; >10	<0,5; histosoles	—
Toxicidad por sales o sodio y aluminio	Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	G1	≤30	30-60	>60	—
			G2	<60	60-90	>90	—
			G3	<15	15-30	30-60	>60
			G4, G5, G6	<15	15-30	>30	—
			G7	<60	60-90	>90	—
			G8	<90	>90	—	—
	Salinidad o sodicidad	Conductividad eléctrica (CE)-(dS/m) y PSI (%)	G1	≤5,6	>5,6-10,8	>10,8	—

Criterios	Variables	Unidad de medida	Agrupación	Alto (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	N1
Toxicidad por sales o sodio y aluminio	Salinidad o sodicidad	Conductividad eléctrica (CE)-(dS/m) y PSI (%)	G1	No sódico (≤15)	—	Sódico (>15)	—
			G2	≤6	6-10	>10	—
				No sódico (≤ 15)	—	Sódico (>15)	—
			G3, G4, G7, G8	≤4	4-8	>8	—
				No sódico (≤15)	—	Sódico (>15)	—
			G5	≤7	7-13	>13	—
				No sódico (≤15)	—	Sódico (>15)	—
			G6	≤6,9	6,9-13	>13	—
				No sódico (≤15)	—	Sódico (>15)	—
Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural	Clases de drenaje natural	G1, G2, G3, G4	Bueno o moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre	Muy pobre
			G5	Pobre	Muy pobre	Imperfecto; moderado	Bueno; excesivo
			G6, G7	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	—	Pobre; muy pobre
			G8	Bueno; moderado	Imperfecto; excesivo	Pobre; muy pobre	—
	Susceptibilidad a inundaciones	Fase cartográfica de inundación	G1, G2, G3, G4	No hay/ raras	Ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes
			G5	Frecuentes	Raras; ocasionales	Muy frecuentes/ no hay	—
			G6, G7	No hay	Raras	Ocasionales	Frecuentes/ muy frecuentes
			G8	No hay/ raras/ocasionales	Frecuentes	Muy frecuentes	—

Criterios	Variables	Unidad de medida	Agrupación	Alto (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	N1
Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad del suelo	Clases de regímenes de humedad	G1, G2, G3, G4, G8	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
			G5	Ácuico	Údico (integrados ácuicos y údicos)	Integrados ácuicos y ústicos	Ústico, arídico
			G6, G7	Údico	Ústico	—	Arídico, ácuico, perácuico
	Textura	Clases texturales	Todas	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL, F	FA, FL, L	A, AF	—
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	Centímetro (cm)	G1, G2, G3, G4 G6, G7	>50	25-50	<25	—
			G5, G8	>25	—	<25	—
	Pedregosidad	Fase cartográfica	Todas	Sin fase de pedregosidad	—	Con fase de pedregosidad	—
	Textura	Clases texturales	Todas	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (finas)	A, AF, Ar (muy finas)	—	—
Capacidad de laboreo y pastoreo	Pendiente	Porcentaje (%)	G1	≤7	>7-≤12	>12-≤25	>25
			G2, G3, G4, G6, G8	≤12	>12-≤ 25	>25-≤75	>75
			G5	≤3	>3-≤7	>7-≤50	>50
			G7	≤7	>7-≤ 25	>25-≤75	>75
	Pedregosidad	Fase cartográfica	Todas	Sin fase de pedregosidad	—	Con fase de pedregosidad	—
	Textura	Clases texturales	Todas	F, FL, FA, FArA, L, FAL, FAr, ArA, ArL, Ar (finas)	A, AF, Ar (muy finas)	—	—

Criterios	Variables	Unidad de medida	Agrupación	Alto (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	N1
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 para la producción de carne ovina	Condiciones que presentan moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Condiciones que presentan fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo que imposibilitan el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina
Susceptibilidad fitosanitaria	Temperatura media anual asociada al complejo del salivazo o mion de los pastos	Grados centígrados (°C)	G3, G4, G5, G6, G7, G8	<24	≥24	-	-
	Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) asociado al complejo del salivazo o mion de los pastos	Adimensional	G3, G4, G5, G6, G7, G8	>0,95	<0,65; >0,85-0,95	0,65; 0,85	—
	Temperatura media anual asociada al chinche de los pastos (*Collaria* sp.)	Grados centígrados (°C)	G1 y G2	≤14; ≥19	>14; ≤16	>16; <19	—

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico

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

Coberturas que no forman parte de la frontera agrícola nacional. Se tomó, como primer referente de exclusión, todas las coberturas que no fueran parte de la frontera agrícola (Resolución 261 de 2918, MADR), las cuales se relacionan en la Tabla 26.

Tabla 26. Coberturas excluidas de la frontera agrícola nacional

1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo
1.2.1.1. Zonas industriales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.1. Aeropuerto con 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. Bosque abierto	3.3.1.1. Playas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.3. Campos de dunas

1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.3. Bosque fragmentado	3.3.5.2 Zonas nivales
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.1. Zonas pantanosas
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.2. Turberas
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	4.2.1. Pantanos costeros
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	4.2.2. Salitral
1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.1.2.3. Arracachal	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2. Herbazal abierto	5.1.4.2. Lagunas de oxidación
3.1.1.1. Bosque denso alto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	5.2.2. Mares y océanos
—	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	5.2.2.2 Fondos coralinos someros

Fuente: UPRA, 2018.

Coberturas incompatibles con el TUT: además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyeron otras coberturas y biomas cobertura que, por sus características, son incompatibles con la producción de ovinos en pastoreo, como se puede consultar en la Tabla 27. Igualmente, la Tabla 28 presenta la relación de los biomas con las coberturas incompatibles con el TUT.

Tabla 27. Coberturas incompatibles con el TUT

Coberturas
5.1.1. Ríos (50 m)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

Fuente: UPRA, 2018.

Tabla 28. Relación de biomas-coberturas incompatibles con el TUT

Biomas-Coberturas
3.2.1.1. Herbazal denso **Biomas:** halobiomas del Pacífico; litobiomas de la Amazonía y Orinoquía; orobioma alto de Santa Marta; orobiomas altos de los Andes; zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca.
3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme **Biomas:** halobiomas del Pacífico; litobiomas de la Amazonía y Orinoquía; orobioma alto de Santa Marta; orobiomas altos de los Andes; zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca.
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado **Biomas:** halobiomas del Pacífico; litobiomas de la Amazonía y Orinoquía; orobioma alto de Santa Marta; orobiomas altos de los Andes; zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca.
3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable **Biomas:** halobiomas del Pacífico; litobiomas de la Amazonía y Orinoquía; orobioma alto de Santa Marta; orobioma del Baudó y Darién; orobiomas altos de los Andes; zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta; zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato.
3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado **Biomas:** halobiomas del Pacífico; litobiomas de la Amazonía y Orinoquía; orobioma alto de Santa Marta; orobioma del Baudó y Darién; orobiomas altos de los Andes, zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta; zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato.
3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado **Biomas:** halobiomas del Pacífico; litobiomas de la Amazonía y Orinoquía; orobioma alto de Santa Marta; orobioma del Baudó y Darién; orobiomas altos de los Andes; zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta; zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato.

Fuente: UPRA, 2018.

Bosques naturales 2010: la capa de bosques naturales, al 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 estas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), lo cual generó una exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y en la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques (EICDGB).

El 2010, además de presentar un cambio en el comportamiento de la deforestación, correspondió al año de punto de referencia para el corte de la medición de los gases de efecto invernadero (GEI), a partir del cual se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. A continuación, en la Tabla 29, se presentan los rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la para la zonificación de aptitud para la producción de ovinos (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia.

Tabla 29. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Confort animal	Confort higrotérmico	Temperatura/ humedad relativa (°C/HR)	≥0 ≤28/≤80	≥10 ≤28/>80-≤85	≥10 ≤28/>85	No aplica
			—	<10 >28/≤80	<10 >28/>80-≤85; <10 >28/ >85	
	Condiciones de sombrío	Adimensional	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
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

Criterio	Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
			Alta (A1)	**Media (A2)**	**Baja (A3)**	**No apto (N1)**
Sanidad animal	Susceptibilidad a la rabia de origen silvestre	Adimensional	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad media	Susceptibilidad alta	No aplica
	Susceptibilidad a parásitos hepáticos	Adimensional	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad media	Susceptibilidad alta	No aplica
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
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)
Potencial forrajero de pastos nativos y naturalizados	Número de especies de importancia forrajera presentes	Valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero en Colombia basados en la distribución biogeográfica o en 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 forrajes 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	No aplica
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 y requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; y 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 ovina (*Ovis aries)* en pastoreo	Zonas de alta favorabilidad para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, donde predominan las áreas de pastos (limpios, enmalezados y arbolados); los cultivos dedicados a la producción industrial, como caña, algodón, palma; y las zonas quemadas (adaptado de Ideam, 2010). Las zonas A1 corresponden a las áreas que, por su productividad y cobertura actual, cumplen con las condiciones idóneas para establecer actividades agropecuarias, sin que el cambio de cobertura resienta el ambiente de la zona	Zonas de moderada favorabilidad para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, donde predominan los mosaicos de cultivos; los mosaicos de pastos con espacios naturales; los 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 sobre las condiciones naturales de la zona	Zonas con favorabilidad baja para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes arbóreos, arbustivos o herbáceos, dedicados a la producción de alimentos humanos; 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 de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo. Se trata de las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, las superficies de agua y los territorios artificializados. La categoría de aptitud N1 identifica las 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 del Ideam (2010)

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 estimado	Toneladas de CO_2 equivalente (t/CO_2 eq.)	El balance neto es mayor a la acumulación de CO_2 eq. >11.600	El balance neto no representa diferencia significativa en la acumulación de CO_2 eq. 6250-11.600	El balance neto es bastante menor a la acumulación de CO_2 eq. <6250	—

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3 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 Tabla 30 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico.

Tabla 30. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo

Criterio	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Inventario ovino	Predios/número de animales	El predio y el colindante de los municipios con inventarios de más de 1.960 animales	El predio y el colindante con inventarios de entre 50 y 1.960 animales	El predio y el colindante de los municipios con inventario menor de 50 animales
	Cercanía a centros de concentración	Tiempo de desplazamiento	<1 hora	1-2 horas	>2 horas

Criterio	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Cercanía a plantas de beneficio	Número de animales sacrificados/ tiempo de desplazamiento	<1 hora	1-2 horas	>2 horas
	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento	<1/2 hora	1/2-2 horas	>2 horas
	Conectividad terrestre	Predios	Predio y colindante a rutas que transportan más de 300 ovinos (incluye la línea de la vía)	Predio y colindante a rutas que transportan menos de 300 ovinos (incluye la línea de la vía)	Resto del país
	Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento	<2 horas	2-4 horas	>4 horas
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a asociaciones	Tiempo de desplazamiento	<1/2 hora	1/2-1 hora	>1 hora
	Cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA	Tiempo de desplazamiento	<1/2 hora	1/2-1 hora	>1 hora
	Cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (Epsea)	Tiempo de desplazamiento (en horas)	<1/2	1/2-2	>2
	Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento	<1/2 hora	1/2-2 horas	>2 horas
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar	Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2	>13,41	6,90-13,41	<6,90
	Oferta educativa técnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento	<1 hora	1-2 horas	>2 horas
	Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento	<1 hora	1-2 horas	>2 horas

Criterio	Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
			A1	A2	A3
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial rural	Predios	>20 ha y <60 ha	5-20 ha	<5 ha y >60 ha
	Avalúo catastral rural	Pesos/ha	<5 millones	5-15 millones	>15 millones
	Arriendo rural	Pesos/ha	<500.000	500.000-1.000.000	>1.000.000
	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
Indicadores económicos	Créditos otorgados	Millones de pesos	≥100	<100	Sin créditos
	Valor agregado pecuario municipal	Miles de millones de pesos	>13,58	6,18-13,58	<6,18
	Desempeño municipal	Indicador MDM	>55 puntos	45-55 puntos	<45 puntos
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Municipios	Municipios declarados zomac	Resto	—
Seguridad ciudadana	Abigeato	Tasa de ovinos robados por cada 1.000	Sin ocurrencia del delito	≤1,4458	>1,4458
	Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1.000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,2227	>0,2227
	Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1.000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,0719	>0,0719

Criterio	Variables		Unidad de medida	Categorías de aptitud		
				A1	A2	A3
Seguridad ciudadana	Homicidios rurales		Tasa de homicidios rurales por cada 1.000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,5308	>0,5308
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
	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

Criterio	Variables		Unidad de medida	Categorías de aptitud		
				A1	A2	A3
Condiciones de vida	Condiciones educativas del hogar	Analfabetismo	Porcentaje de hogares con privaciones (%)	12,20	18,50	33,75
		Bajo logro educativo		59,89	81,61	82,90

Fuente: Elaboración propia.

6.4 Exclusiones legales y condicionantes legales

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

Los condicionantes legales agrupan todos los factores de orden ecológico o social cuyo soporte implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que represente una restricción al uso o a la reducción de la aptitud del territorio para la implementación. Por tal razón, requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades establecidas en esos territorios. Es decir: las áreas bajo condicionantes podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro; de las solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas —como territorios indígenas y afrocolombianos—; o de la 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 determinen la legislación ambiental colombiana. Este principio se pone en práctica, dado el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y la conservación de la biodiversidad. Así mismo, se considera la preexistencia de comunidades humanas que representan un patrimonio étnico de interés general, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural han de respetarse para no ponerse en riesgo. Al respecto, la Tabla 31 expone las exclusiones legales y la Figura 26, el respectivo mapa; por su parte, la Tabla 29 presenta los condicionantes legales definidos para la zonificación de aptitud de la producción de carne ovina en pastoreo y la Figura 29, el respectivo mapa.

Tabla 31. Exclusiones legales

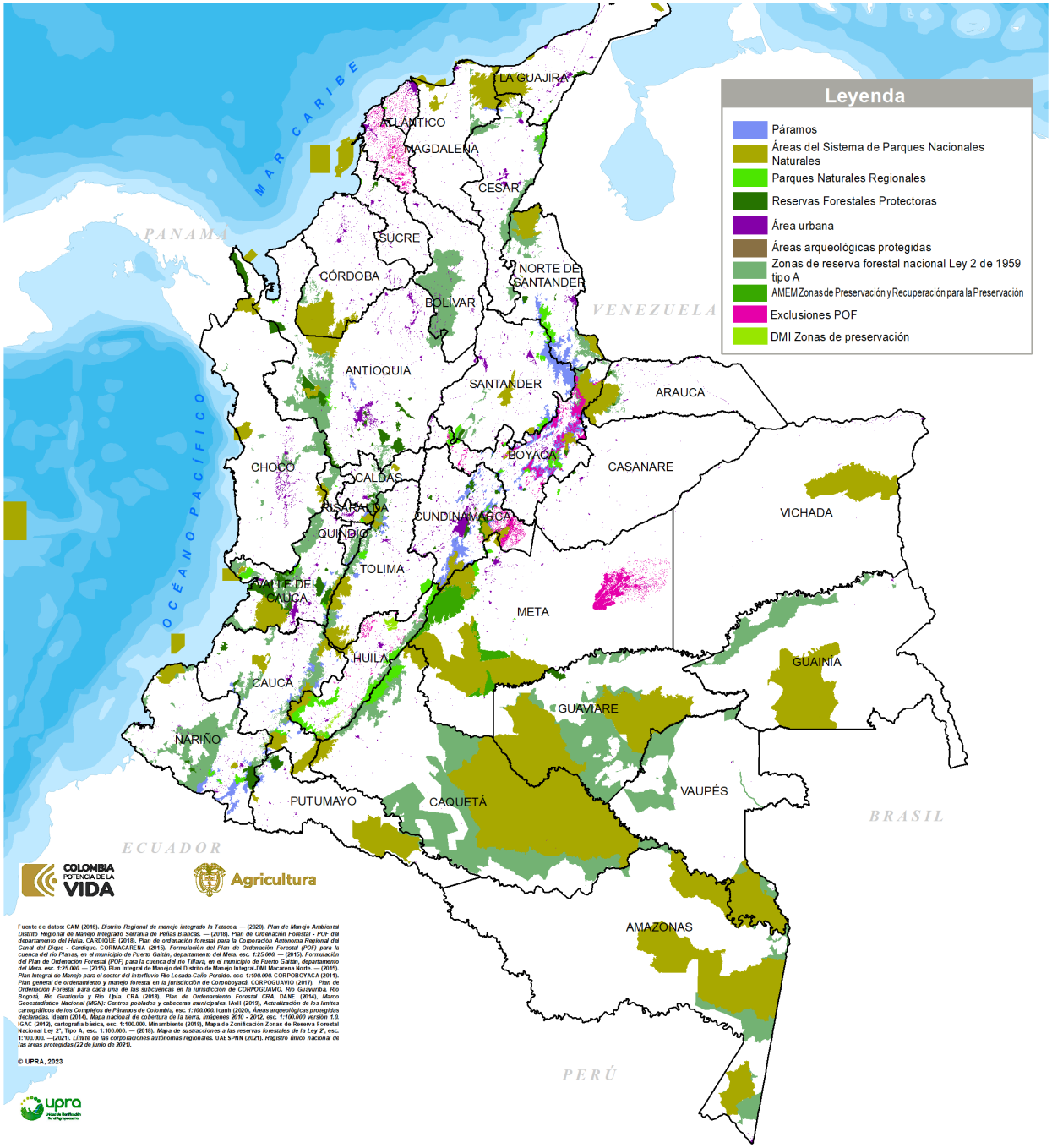
Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos	**Páramos:** el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos. Así mismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos, pues 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 estas 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 que se cuente con la cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1). Por su parte, 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 la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida a preservar este tipo de ecosistema, no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también por los importantes servicios ambientales que presta. Además, en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia. De acuerdo con la Resolución 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» (MADS, 2018), 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 MADS 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.
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. El sistema incluye las figuras de los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, los santuarios de fauna, los 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 un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función; cuyos 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 espacios geográficos cuyos ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se hayan puesto 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 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 forman parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son la recuperación para la preservación sur; la recuperación para la preservación norte; la vertiente oriental; y la recuperación para la preservación sur. De tal modo, se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: para el distrito de manejo integrado (DMI) Macarena norte, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de preservación; y la zona de recuperación para la preservación, es decir, las áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración. Para el distrito de manejo integrado (DMI) Losada-Perdido, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de preservación.
Áreas urbanas	Son áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que suelen contar con una dotación de servicios esenciales, como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018b), por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas.
Parques arqueológicos	Los parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declaradas mediante una resolución, que han sido adaptadas para recibir visitantes y que se encuentran bajo la tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), lo cual 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; 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, 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 de 1959. Se compone de las siguientes siete reservas forestales nacionales: la ZRFN del Pacífico; la ZRFN central; la ZRFN del río Magdalena; la ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta; la ZRFN de la serranía de Los Motilones; la ZRFN del Cocuy; y la ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, de lo cual 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. Resolución 1922 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal central (MADS, 2013), establecida en la Ley 2 de 1959. b. Resolución 1923 de 2013, que adopta la zonificación y ordenamiento de la reserva forestal de la serranía de Los Motilones (MADS, 2013), establecida en la Ley 2 de 1959. c. Resolución 1924 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del río Magdalena (MADS, 2013), establecida en la Ley 2 de 1959. d. Resolución 1925 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia (MADS, 2013), establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. e. Resolución 1926 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Pacífico (MADS, 2013), establecida en la Ley 2 de 1959. f. Resolución 1275 de 2014, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Cocuy (MADS, 2014), establecida en la Ley 2 de 1959. g. Resolución 1276 de 2014, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta (MADS, 2014), establecida en la Ley 2 de 1959. h. Resolución 1277 de 2014, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia (MADS, 2014), establecida en la Ley 2 de 1959, en el Amazonas, el 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 27. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo



EXCLUSIONES LEGALES

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, se trata de espacios geográficos cuyos paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque la estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se pongan al alcance de la población humana para destinarlos al 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», en su zonificación se definen las zonas de recuperación para la producción occidente; las zonas de preservación vertiente oriental; las zonas de producción Ariari-Guayabero; las zonas de recuperación para la preservación sur, y las zonas de recuperación para la producción sur. De este modo, se consideran como condicionantes el distrito de manejo integrado (DMI) Macarena norte para la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible —áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible—; y el distrito de manejo integrado (DMI) Losada-Perdido para la zona de recuperación para la producción, es decir, las 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 éstos son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque la estructura y composición hayan sido modificadas. Aportan, esencialmente, a la generación de bienes y servicios ambientales, pues sus valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a la restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute. Las restricciones se deben a la orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados, 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, se trata de espacios geográficos cuyos paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque la estructura y composición hayan sido modificadas con un potencial significativo de recuperación; y cuyos valores naturales y culturales asociados se hayan puesto 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): 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 (Decreto 1996 de 1999).

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, 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 (MADS, 2018a; 2018b). Ésta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema y crear áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, con el fin de identificar los vacíos de conservación y definición de prioridades con fundamento en los 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 número 135 de 1961 y el Decreto-Ley número 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. Se entiende por estas las que abarcan «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». Las rondas hídricas, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, deben ser 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, en el Decreto 2811 de 1974, establece una regulación de la propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. 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 metros es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en el artículo 4 señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, pues son áreas de especial importancia ecosistémica.
	Manglares: de acuerdo con la Resolución 1602 de 1995, 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 (MADS, 1995). Para su conservación, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 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 y que destruya la cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema. Se exceptúan 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, Minambiente).

Condicionante	Descripción
Ecosistemas estratégicos	**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 las características físicas, biológicas y químicas, y que afectan la flora y la fauna presentes. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en el artículo 2, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, los cuales se consideran que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.
	Bosque seco tropical: forman parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas, las sequías son pronunciadas, pues poseen baja humedad atmosférica, y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con la 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). Con este mecanismo, se busca adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas; aplicar medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos; y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.
Distinciones internacionales	Este condicionante agrupa los lugares que, por factores de orden ecológico, motivan su reconocimiento a nivel internacional que el país ya ha asumido mediante la adscripción a tratados. El soporte legal de estos lugares implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que represente una restricción al uso o a 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 en concordancia con el compromiso internacional adquirido y ratificado por Colombia 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 se refiere 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 éstas 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 a este convenio, 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 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o quien haga sus veces. De ello se destaca que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar no se podrán adelantar tales actividades, aunque las limitaciones de estas áreas deben obedecer al plan de manejo, en el que se definen las respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

Condicionante	Descripción
Distinciones internacionales	**Reservas de la biósfera:** son áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Tanto ecosistemas terrestres como 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 área. Una vez realizado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente bajo la soberanía de los respectivos Estados, que deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. En Colombia existen el cinturón andino, el parque nacional natural El Tuparro, la Sierra Nevada de Santa Marta, la Ciénaga Grande de Santa Marta y el 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 de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von 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 amenzadas (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 que se encuentran 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 prácticas tradicionales de producción como propiedad colectiva. El propósito consiste no sólo en proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, sino también fomentar el 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 el objetivo de fomentar la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, al medio ambiente, a 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, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial; la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos; la participación en las instancias de planificación y decisión regionales; y las características de las modalidades de producción.

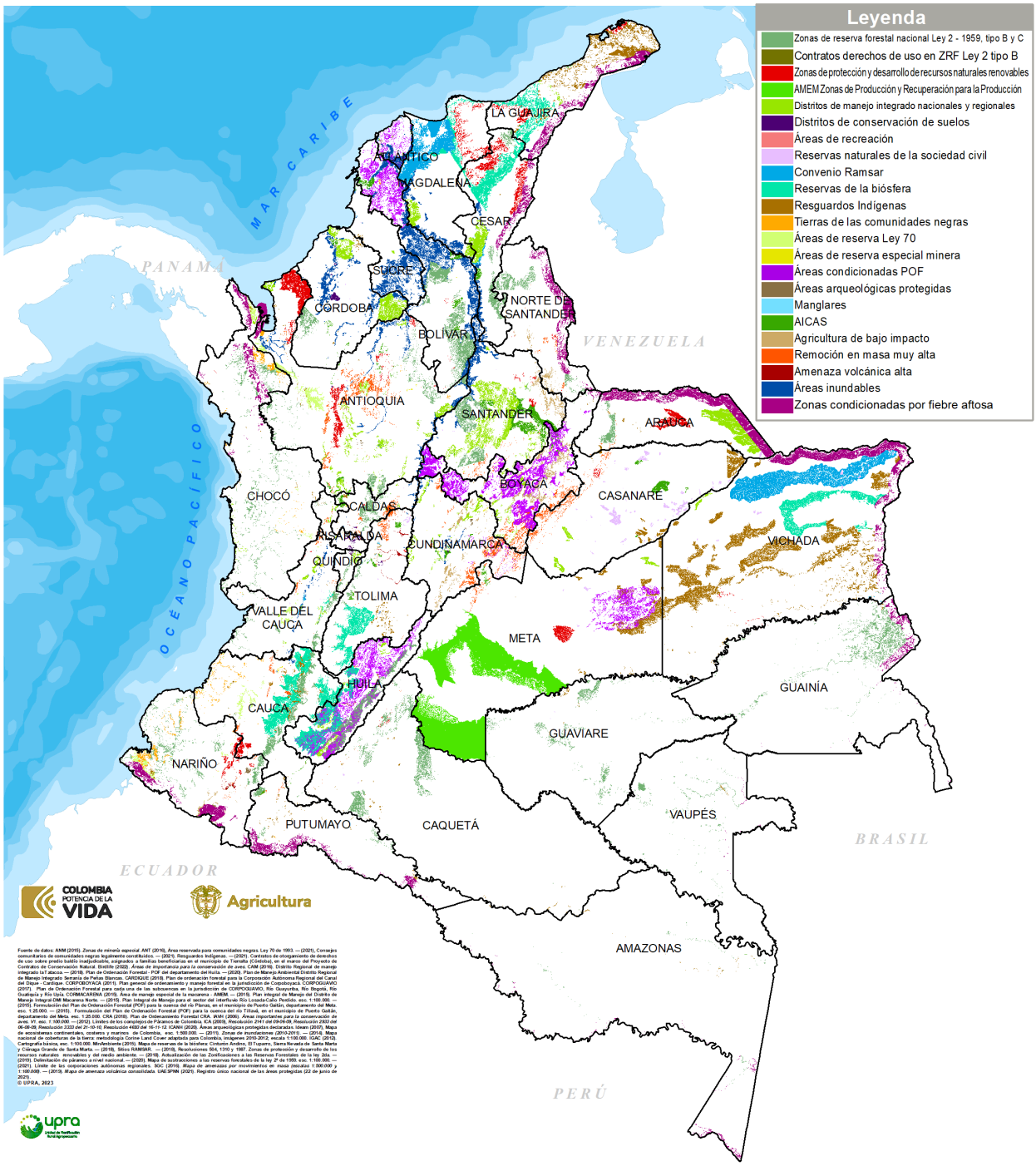
Condicionante	Descripción
Áreas de interés cultural y social	**Resguardos indígenas:** los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para su manejo y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y un sistema normativo propio (Decreto 2164 de 1995). 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 (2014).
	Paisaje cultural cafetero: es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un alto nivel 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 se define como 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 características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere de una especial protección y conservación, con el fin de abrir las posibilidades para la investigación, la divulgación y, en casos específicos, el turismo responsable en ella. Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), según el cual se permite llevar a cabo labores de agricultura tradicional, pero se 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 otorge 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, 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 las siguientes siete reservas forestales nacionales: la ZRFN del Pacífico; la ZRFN central; la ZRFN del río Magdalena; la ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta; la ZRFN de la serranía de los Motilones, la ZRFN del Cocuy; y la ZRFN de la Amazonía.
	Zonas tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal con un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, de acuerdo con la Resolución 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central (MADS, 2013).

Condicionante	Descripción
Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C	**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. Deben incorporar el componente forestal y no implicar la reducción de las áreas de bosque natural presentes en los estados sucesionales de acuerdo con la Resolución 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central (MADS, 2013).
	Sustracciones de las reservas forestales, Ley 2 de 1959: según el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto 3570 de 2011, se facultó al hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 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 lo que las zonas sustraídas son sólo para tal fin. De este modo, las sustracciones se establecieron como condicionante, dado que se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.
Zonas de importancia para la fiebre aftosa	Agrupa las zonas de alta vigilancia (ZAV) que comprenden las franjas de territorio a nivel de las fronteras de aproximadamente 15 kilómetros de ancho, medidas desde el límite fronterizo hacia el interior del país. Se fundamenta en las siguientes resoluciones: • Resolución 2141 de 2009 (ICA, 2009). • Resolución 3333 de 2010 (ICA, 2010). • Resolución 4693 de 2012 (ICA, 2012).
Agricultura de bajo impacto	Agrupa áreas en páramos delimitados en donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles. De acuerdo con la Ley 1930 de 2018, en estas áreas se podrá permitir la continuación de las actividades agropecuarias de bajo impacto bajo buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos. Igualmente, de acuerdo con la Resolución 1294 de 2021, corresponden a actividades agropecuarias de bajo impacto las «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 que se deben seguir los lineamientos de conservación del ecosistema y prácticas de manejo sostenible. Para la conservación del ecosistema se deben conservar las coberturas naturales y parches de vegetación nativa existente; conservar y proteger los nacimientos y fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas para la gestión sostenible del agua y los humedales altoandinos; implementar herramientas de manejo del paisaje como barreras vivas, cercas vivas multiestrato con especies funcionales propias del ecosistema, sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles, bosque y aislamiento de áreas con fines de protección; 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; y 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.

Condicionante	Descripción
Gestión de riesgo	**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 considerada un peligro latente, relacionado con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, en los bienes o en el medio ambiente (Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos [CEELAT], sf.).
	Amenaza volcánica: de acuerdo con la UPRA (2018), comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no estima la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán, pero incide en la destrucción de vegetación, de cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria.
	Áreas inundables: se asocian al desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río o cualquier cuerpo de agua o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM 385, 2012). De acuerdo con el Ideam (2017), la inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos, debido a aportes inusuales o repetinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo



CONDICIONANTES

6.5. Análisis multicriterio

Es un método diseñado para alcanzar un objetivo específico mediante la valoración, de manera estructurada, de varios criterios, teniendo en cuenta que un criterio es la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. En cuanto a la presente zonificación, el análisis multicriterio se empleó en la definición de opciones estratégicas de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico con el fin de identificar los sitios más adecuados para el establecimiento y producción de carne ovina 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; una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye tales alternativas (Eastman et ál.., 1995).

6.5.1 Proceso analítico jerárquico (AHP)

En la evaluación multicriterio, una de las técnicas más usadas es el proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), desarrollado por el matemático Thomas Saaty, que 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 de forma visual mediante la construcción de un modelo jerárquico.

El AHP se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativas; además, permite, mediante la elaboración 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. De igual forma, con la generación de los vectores propios de estas relaciones, se estima el grado de consistencia de las calificaciones como un valor de significancia estadística y surge el valor de la ponderación para poder realizar la suma lineal ponderada en la siguiente fase de análisis.

Tan pronto ha sido construido el modelo jerárquico, se llevan a cabo comparaciones entre pares de los elementos (criterios); se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas; y se entrega una síntesis de esas preferencias al agregar los juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty consiste en otorgar 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 por preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el autor de la metodología (ver Tabla 33).

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

Escala de valoración de la importancia de un criterio sobre un otro								
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			

Fuente: UPRA, 2014.

6.5.2 Matriz del proceso analítico jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se realizó la comparación por pares de criterios para calificar cada uno, de acuerdo con su importancia relativa respecto a otro. Esto se llevó a la práctica para todos los criterios definidos en el análisis mediante un taller en el que se calificaron por pares los criterios a partir de una escala de importancia.

En la Tabla 34 se puede observar la matriz de comparaciones pareadas de *n* criterios, en donde *a* es la medida de la preferencia del criterio de la columna *j*. Cuando *i* fue igual a *j*, el valor de a_{ij} fue igual a 1, pues comparó el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia a_{ji}, automáticamente, fue 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 carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, se usó el programa PriEst (Priority Estimation Tool) para calcular las ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística (Siraj et ál., 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 el 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. Así pues, el vector de prioridades de cada criterio vinculado a la zonificación de aptitud se definió de la siguiente manera:

$$(P_1 * \text{criterio}_1) + (P_2 * \text{criterio}_2) + \ldots + (P_n * \text{criterio}_n)$$

donde
n = número de criterios;

P_i = grado de incidencia que un criterio tiene sobre los otros.

La Tabla 35 expone la matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico (físico-socioecosistémico) para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo; 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 mediante el programa PriEsT.

Tabla 35. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

Criterios	Condiciones climáticas	Confort animal	Disponibilidad de nutrientes	Estatus ecológico de las pasturas	Sanidad animal	Disponibilidad de oxígeno	Disponibilidad de humedad	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Apropiación y acceso al agua	Potencial forrajero de Pastos Nativos y naturalizados	Condiciones de enraizamiento	Capacidad de laboreo y pastoreo	Integridad ecológica	Cambio de cobertura	Balance de carbono	Susceptibilidad a pérdida de suelos	Susceptibilidad fitosanitaria	Pesos
Condiciones climáticas	1																	17,00%
Confort animal	1/3	1																14,30%
Disponibilidad de nutrientes	1/3	1/3	1															11,70%
Estatus ecológico de las pasturas	1/3	1/3	1/3	1														10,40%
Sanidad animal	1/3	1/3	1/3	1/3	1													8,80%

Criterios	Condiciones climáticas	Confort animal	Disponibilidad de nutrientes	Estatus ecológico de las pasturas	Sanidad animal	Disponibilidad de oxígeno	Disponibilidad de humedad	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Apropiación y acceso al agua	Potencial forrajero de Pastos Nativos y naturalizados	Condiciones de enraizamiento	Capacidad de laboreo y pastoreo	Integridad ecológica	Cambio de cobertura	Balance de carbono	Susceptibilidad a pérdida de suelos	Susceptibilidad fitosanitaria	Pesos
Disponibilidad de oxígeno	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1												7,40%
Disponibilidad de humedad	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1											6,10%
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1										5,00%
Apropiación y acceso al agua	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1									4,10%
Potencial forrajero de pastos nativos y naturalizados	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1								3,40%
Condiciones de enraizamiento	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1							2,80%
Capacidad de laboreo y pastoreo	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1						2,30%
Integridad ecológica	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1					1,90%
Cambio de cobertura	1/7	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1				1,60%
Balance 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			1,30%
Susceptibilidad a pérdida de suelos	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1		1,00%
Susceptibilidad Fitosanitaria	1/9	1/9	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,90%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

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 para producción de carne ovina *(Ovis aries*) en pastoreo a escala 1:100.000 en Colombia.

Tabla 37. Matriz de paso para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

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 a partir de 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 para el cultivo de café que fueron validados con expertos.

$$S = \sum W_i * X_i$$

donde
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).

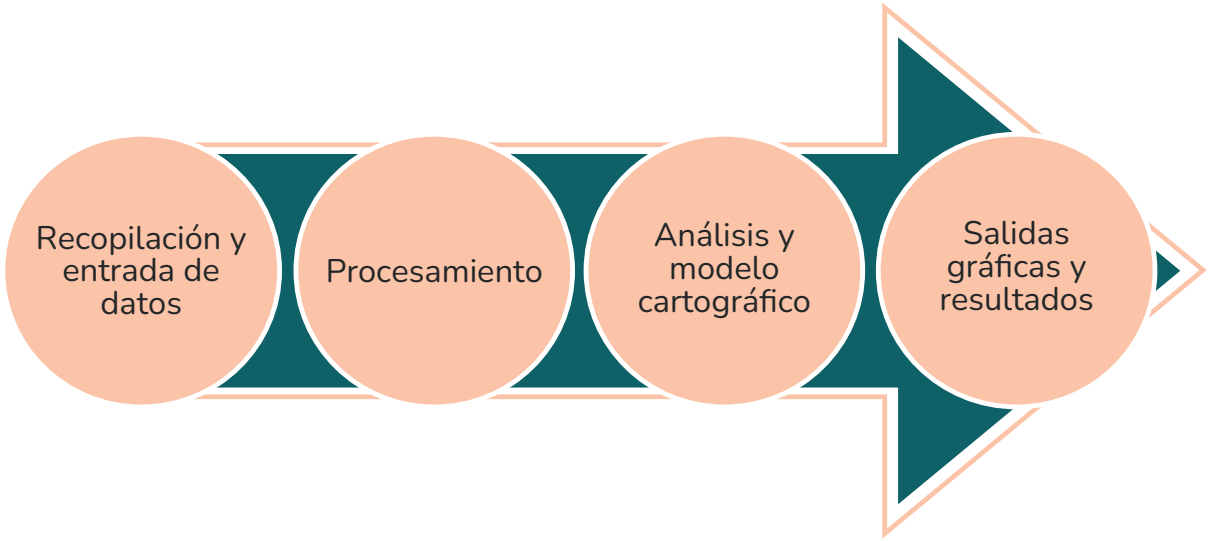
6.6. Análisis espacial y modelo cartográfico

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 un fin determinado. Una parte importante de esta fase son las técnicas de análisis espacial, que incluye 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 en descripción, esta fase soportó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo. Los pasos usados por la oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la Figura 29.

Recopilación de información. Esta etapa consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información, tanto espacial como alfanumérica, usada por los componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con la cadena productiva, algunas de las cuales se presentan en la Tabla 38.

Figura 29. Proceso de análisis de información para la obtención del mapa de zonificación



Fuente: UPRA, 2015.

Tabla 38. Información recopilada en las entidades del estado como insumo para la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

Entidad	Tema
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	Normativa 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 ovinos. Movilización de ovinos con destino a predio, concentración ganadera y plantas de beneficio basadas en las guías sanitarias de movilización animal. Seccionales y puntos de servicio al ganadero del ICA discriminada por vereda, municipio y 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.

Entidad	Tema
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 durante el periodo 2011-2015 (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; e información geográfica que comprenda 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; e 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 comprenda la delimitación de las áreas que cuentan con resoluciones de protección provisional de la posesión del territorio ancestral o tradicional en el marco del Decreto 2333 de 2014.
Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, secretaría técnica de la cadena ovino-caprina	Información consignada en las bases de datos de productores, asociaciones y secretarías técnicas regionales.

Fuente: Elaboración propia.

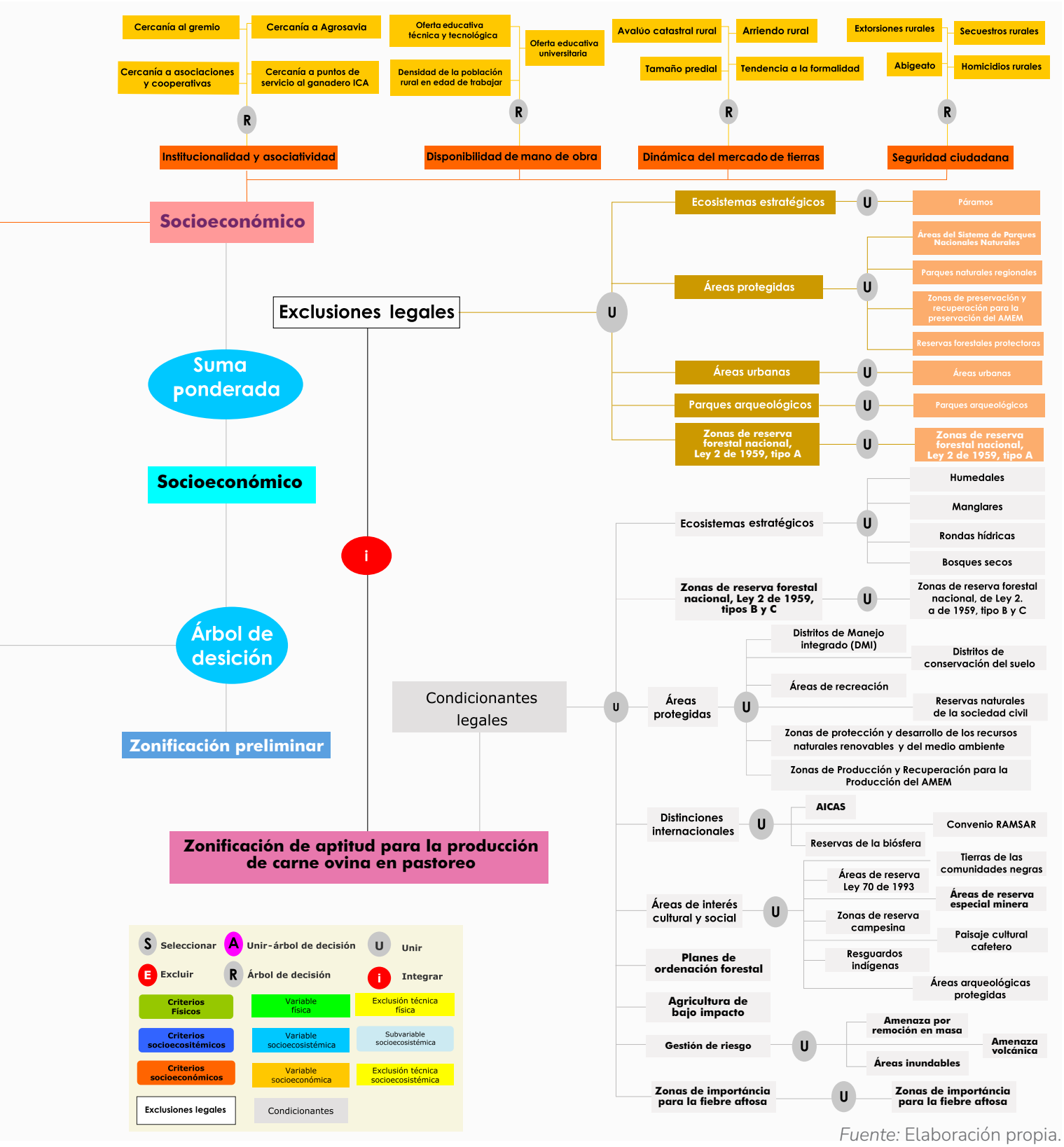
Procesamiento de la información: abarcó una serie de procedimientos encaminados a disponer de la información en la forma adecuada para su análisis. Una de las operaciones más comunes utilizadas fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, los cuales se emplearon para la estandarización o reescalamiento de las variables, criterios y lineamientos definidos en cada componente para la especialización 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 el rango 0-3, que indica la transición entre lo *no apto* (0) y lo *muy apto* (3). Cundo los criterios no estuvieron conformados por variables continuas, el análisis se realizó mediante algunas estadísticas de la variable, para lo cual se asignó directamente la calificación de la categoría de aptitud.

Esta etapa del proceso también abarcó el modelo cartográfico, 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 las capas que ponderan el 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 operan sobre una o varias capas en información. En nuestro caso, los mapas generados de cada criterio permitieron obtener información derivada cuyo resultado fue 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 ovinos en pastoreo. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto. La Figura 30 presenta el modelo cartográfico integral de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000.

Figura 30. Modelo cartográfico integral de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo



Fuente: Elaboración propia.

6.7. Proceso de socialización y validación de la zonificación

El proceso de validación de la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo se llevó a cabo desde el inicio y en cada una de sus etapas con la Federación Nacional de Capricultores y Ovinocultores de Colombia (Fedeanco), la Asociación de Criadores de Ganado Ovino de Colombia (Asoovinos) y la Secretaría Técnica de la Cadena Ovino-Caprina de Colombia, en búsqueda de la participación de cada uno de los actores de la cadena productiva. Para esto se utilizó la estrategia que se presenta en la Figura 31, con la cual se logró la retroalimentación de productores, técnicos, instituciones, comercializadores y entes territoriales, no sólo en las zonas productivas colombianas, sino también en las que tienen potencial para serlo, de lo cual se obtuvo un producto acorde con la realidad sectorial del territorio nacional.

6.7.1. Reconocimiento de sistemas de producción ovina

Como parte del proceso de socialización y en consideración con la interdisciplinariedad del grupo de trabajo y el impedimento para visitar sistemas productivos, dada la contingencia por la pandemia, el experto temático realizó una presentación al gremios, representados por Fedeanco, Asoovios y productores, con el fin de reconocer y contextualizar los objetivos de cada componente (físico, socioecosistémico, socioeconómico), para la zonificación de la producción de carne ovina en pastoreo.

6.7.2 Reuniones de trabajo con el gremio

Con el objetivo de presentar la metodología; discutir los criterios, variables y rangos de aptitud; y evaluar los mapas generados durante el desarrollo del ejercicio, se adelantaron varias jornadas de socialización del proyecto de zonificación de aptitud de carne ovina 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 la información relevante que permitió mejorar el trabajo desarrollado por la UPRA (ver Tabla 39).

Figura 31. Estrategias de socialización y validación en la zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

Fuente: Elaboración propia.

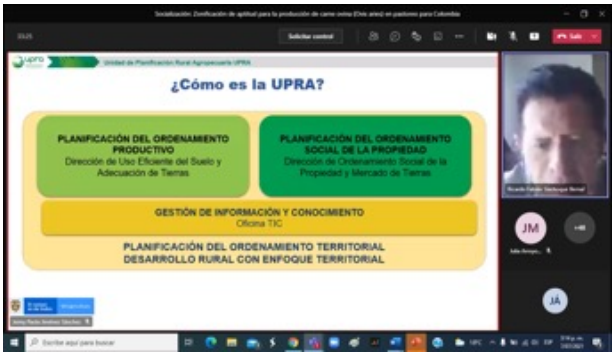
Tabla 39. Socialización virtual de la zonificación para la producción de carne ovina en pastoreo

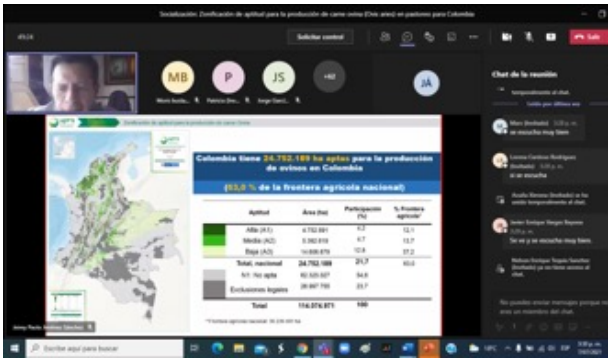
21 de febrero de 2020	8 de junio de 2020
Presentación de la zonificación aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia a escala 1:100.000	Presentación de los componentes socioecosistémicos a la cadena ovino-caprina y productores de ovinos

30 de septiembre de 2020
Socialización y presentación de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico tanto a los productores como a las agremiaciones ovinas

Fuente: Elaboración propia.

Reuniones con organizaciones y actores de cadenas ovinas para presentar resultados





6.7.3 Validación de la zonificación

Con el fin de validar la cartografía de la zonificación de ovinos en pastoreo para la producción de carne, se realizaron cuatro recorridos por tres importantes regiones del país, en las cuales se visitaron diversos predios y se logró 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. A continuación se presentan los recorridos con algunas evidencias gráficas de los resultados.

Región caribe: departamentos de Cesar y La Guajira

Figura 32. Explotación ovina, finca Las Mercedes, Aprisco del Caribe, Bosconia (Cesar)

Fuente: UPRA , 2021.

Figura 33. Ovinos en corral, de la raza *black belly,* finca Villa Clara ,Valledupar (Cesar)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 34. Sistema intensivo de ovinos en sabanas comunales: regreso de ovejas a los traspatios, corregimiento Los Venados, Valledupar (Cesar)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 35. Ovinos y caprinos en pastoreo, finca San Mateo, corregimiento La Junta, San Juan del Cesar (La Guajira),

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 36. Socialización de los objetivos de la visita a líder indígena, ranchería Itakat, Albania (La Guajira)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 37. Ovinos en pastoreo, ranchería Zapatamana, Albania (La Guajira)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 38. Corral para el descanso de los ovinos, ranchería Mashamana, Maicao (La Guajira)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 39. Ovinos en pastoreo en condiciones semidesérticas, Manaure (La Guajira)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 40. Ovinos en pastoreo, ranchería Urraichi, Rioacha (La Guajira)

Fuente: UPRA, 2021.

Región caribe: departamento de Córdoba

Figura 41. Producción ovina comercial de katahdin, finca Villagrata, San Antero (Córdoba)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 42. Producción ovina de genética pura katahdin, rancho La Cuchilla, corregimiento Los Venados, Cereté (Córdoba)

A. Producción ovina de genética pura katahdin.

B. Reconocimiento de anemia parasitaria en ovinos y caprinos a través del método Famacha.

Fuente: UPRA, 2021.

Región andina: departamento de Huila

Figura 43. Ovinos en corral, Villa Vieja (Huila)

Fuente: UPRA, 2021.

Figura 44. Ovinos en explotación semiintensiva, Villa Vieja (Huila)

Fuente: UPRA, 2021.

7. Resultados

El mapa de zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo a escala 1:100.000 mostró que en Colombia se disponen de 30.017.865 hectáreas aptas para el desarrollo de la actividad, lo cual equivale al 26,3 % del territorio nacional. De las áreas aptas, el 4,3 %, con 4.861.063 hectáreas, correspondieron a aptitud alta (A1); el 4,7 %, con 5.380.799, a aptitud media (A2); y 17,3 %, con 19.776.003, a aptitud baja (A3). Las zonas no aptas (N1) representaron 56.776.820 hectáreas, mientras que las exclusiones legales llegaron a 27.280.286 (ver Tabla 40 y Figura 45).

Tabla 40. Áreas según categorías de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000

Categoría	Aptitud	Área (ha)	Ocupación (%)
A1	Alta	4.861.063	4,3
A2	Media	5.380.799	4,7
A3	Baja	19.776.003	17,3
Total área apta		**30.017.865**	**26,3**
N1	No apto técnico	56.776.820	49,8
N2	Exclusiones legales	27.280.286	23,9
Total territorio nacional		**114.074.971**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

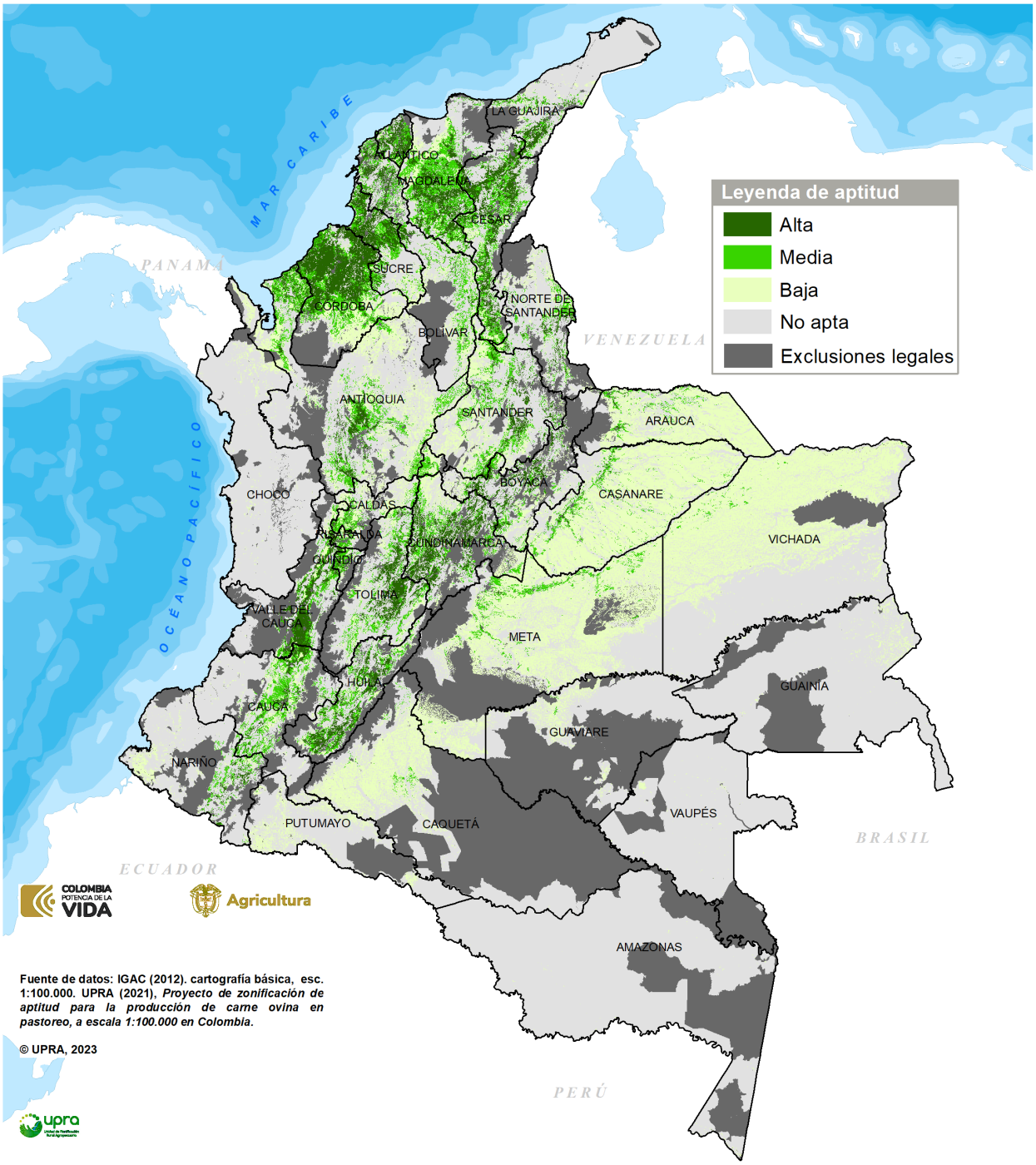
Los resultados de la zonificación de aptitud arrojaron que los departamentos con las mayores áreas con aptitud alta (A1) para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia fueron Córdoba, con 847.218 hectáreas; Cesar, con 553.171; Cundinamarca, con 499.364; Magdalena, con 404.086; Tolima, con 323.357; Sucre, con 303.547; Valle del Cauca, con 286.872; Huila, con 271.927; Antioquia, con 259.636; Boyacá, con 179.631; y Bolívar, con 171.994. Estos diez departamentos participaron con el 84,3 % de la aptitud alta (A1), que equivale a 4.100.804 hectárea.

Por su parte, los departamentos con mayores áreas en aptitud media (A2) fueron Antioquia, con 606.753 hectáreas; Magdalena, con 562.453; Cesar, con 400.439; Córdoba, con 363.862; Cauca, con 354.528; Bolívar, con 344.852; Santander, con 331.841; Tolima, con 245.983; Meta, con 238.807; y Cundinamarca, con 236.458. Estos diez departamentos sumaron 3.685.976 hectáreas y representaron el 54,9 % del área para la aptitud citada en el país.

Los departamentos que contaron con la mayor superficie con aptitud baja (A3) fueron Vichada, con 4.398.800 hectáreas; Meta, con 3.623.875; Casanare, con 3.034.470; Arauca, con 1.411.120; Caquetá, con 1.293.883; y Antioquia, con 1.238.443. Estos seis departamentos representaron el 75,8 % de la aptitud baja (A3), con 15.000591 hectáreas.

Los departamentos que presentaron las mayores áreas con aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia fueron Vichada, con 4.429.601 hectáreas, Meta, con 3.872.169; Casanare, con 3.240.543; Antioquia, con 2.104832; y Córdoba, con 1.619.372. Estos cinco departamentos participaron con el 50,9 % de las zonas aptas en el país, que equivalen a 115.266.518 hectáreas. Cabe advertir que la gran mayoría de las áreas aptas de Vichada, Meta y Casanare quedaron en aptitud baja (A3); en el caso de Vichada, la aptitud alta (A1) no se mostró (ver Tabla 41 y Figura 46).

Figura 45. Mapa de zonificación de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo para Colombia a escala 1:100.000



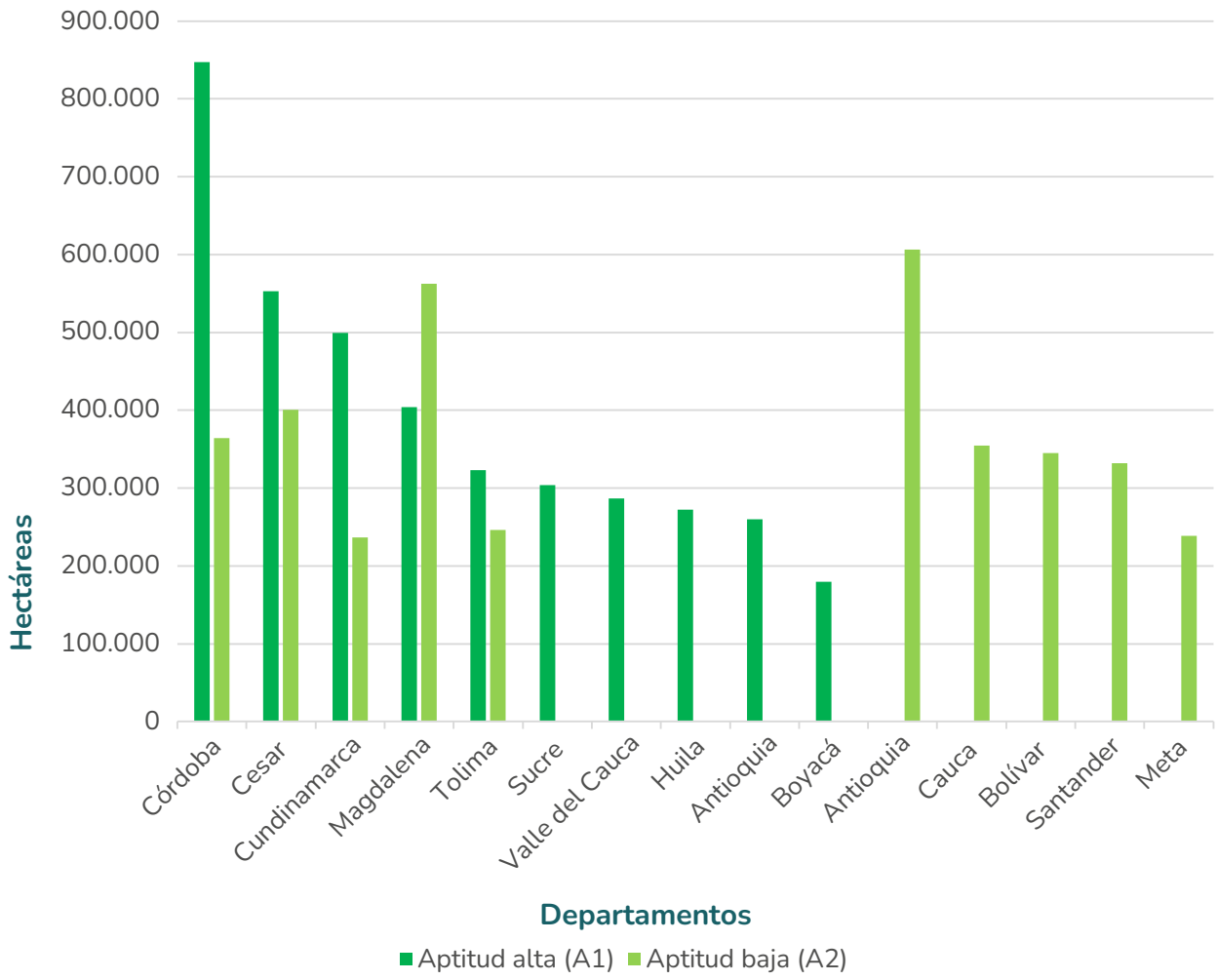
Zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo

Tabla 41. Áreas aptas en hectáreas y por departamento para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Apto total
Córdoba	847.218	363.862	408.292	1.619.372
Cesar	553.171	400.439	106.497	1.060.107
Cundinamarca	499.364	236.458	282.696	1.018.518
Magdalena	404.086	562.453	230.953	1.197.492
Tolima	323.357	245.983	198.645	767.985
Sucre	303.547	184.787	106.432	594.766
Valle del Cauca	286.872	148.449	59.035	494.357
Huila	271.927	235.655	104.415	611.997
Antioquia	259.636	606.753	1.238.443	2.104.832
Boyacá	179.631	183.881	293.463	656.976
Bolívar	171.994	344.852	259.602	776.449
Santander	171.884	331.841	636.590	1.140.315
Cauca	122.253	354.528	250.356	727.137
Atlántico	120.151	65.210	11.328	196.690
La Guajira	112.026	83.214	73.027	268.267
Norte de Santander	72.939	151.151	191.845	415.934
Nariño	57.799	98.349	206.180	362.328
Casanare	27.298	178.775	3.034.470	3.240.543
Risaralda	19.299	43.323	55.355	117.977
Caldas	18.028	110.409	203.512	331.950
Quindío	15.159	44.342	14.893	74.394
Arauca	13.809	94.538	1.411.120	1.519.467
Meta	9.486	238.807	3.623.875	3.872.169
Caquetá	126	37.555	1.293.883	1.331.564
Vichada		30.801	4.398.800	4.429.601
Guaviare		3.778	289.352	293.129
Putumayo		459	375.067	375.526
Chocó		147	208.011	208.159
Guainía			157.267	157.267
Vaupés			32.836	32.836
Amazonas			19.761	19.761
San Andrés, Providencia y Santa Catalina				0
Total	**4.861.063**	**5.380.799**	**19.776.003**	**30.017.865**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46. Clasificación de aptitud en hectáreas y por departamentos para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia



Fuente: Elaboración propia.

Los departamentos con mayor aptitud alta (A1) y media (A2), en relación con el territorio total por departamento, correspondió a la región Caribe, a saber: Atlántico, con el 56 % del territorio; Córdoba, con el 48,4 %; Sucre, con el 45,6 %; Cesar, con el 42,3 %; Magdalena, con el 41,8 %; Quindío, con el 30,8 %; Cundinamarca, con el 30,7 %; Huila, con el 28 %; Tolima, con el 23,6 %; y el Valle del Cauca, con el 21 %.

Los municipios que presentaron la mayor superficie con aptitud alta (A1) para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo fueron Montería (Córdoba), con 233.404 hectáreas; Valledupar (Cesar), con 114.342; Sahagún (Córdoba), con 67.785; Agustín Codazzi (Cesar), con 53.843; Lorica (Córdoba), con 50.258; San Onofre (Sucre), con 49.343; Chinú (Córdoba), con 48.175; Ariguaní (El Difícil) y Nueva Granada (Magdalena), con

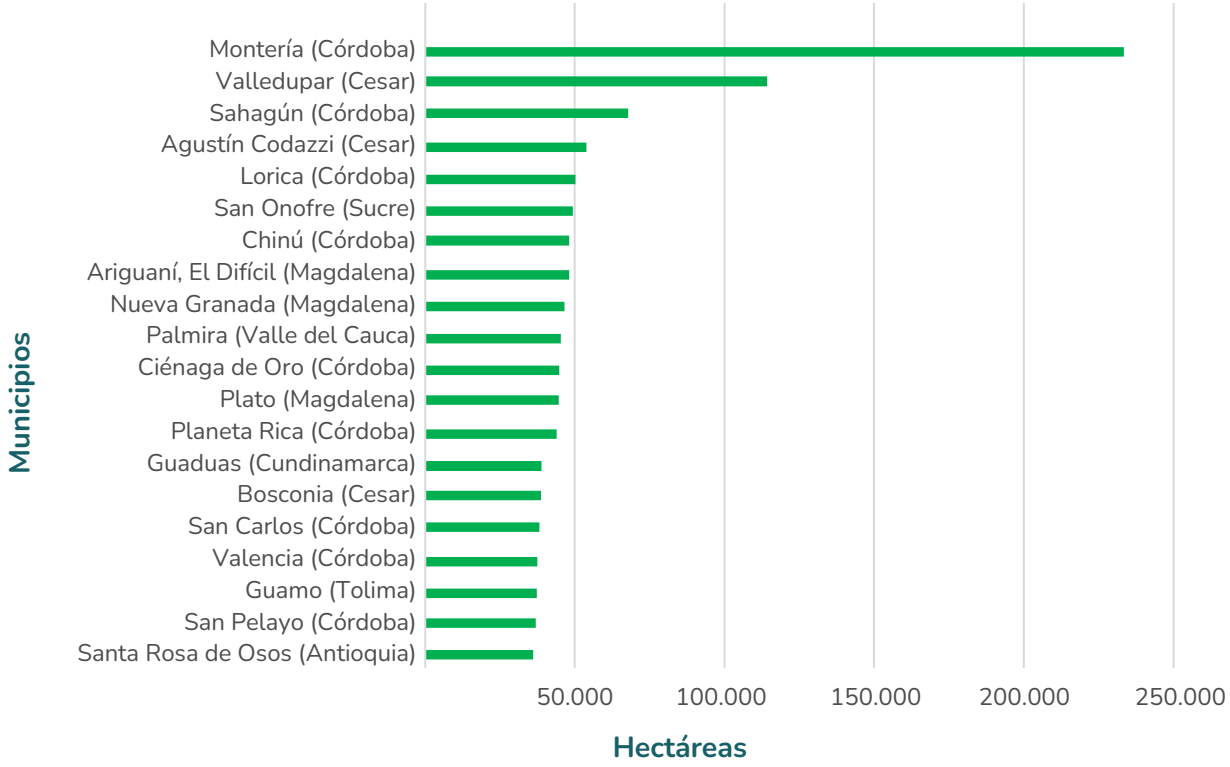
448.079 y 46.553, respectivamente; Palmira (Valle del Cauca), con 45.358; Ciénaga de Oro (Córdoba), con 44.905; Plato (Magdalena), con 44.684; Planeta Rica (Córdoba), con 43.998; Guaduas (Cundinamarca), con 38.862; Bosconia (Cesar), con 38.792; San Carlos y Valencia (Córdoba), con 37.265 y 38.267, respectivamente; Guamo (Tolima), con 37.265; San Pelayo (Córdoba), con 37.067; y Santa Rosa de Osos (Antioquia), con 36.106 ver Tabla 42 y Figura 47.

Tabla 42. Municipios con mayor aptitud alta (A1) para la producción de carne ovina en Colombia a escala 1:100.000

Municipio	Aptitud alta (A1)
Montería (Córdoba)	233.404
Valledupar (Cesar)	114.342
Sahagún (Córdoba)	67.785
Agustín Codazzi (Cesar)	53.843
Lorica (Córdoba)	50.258
San Onofre (Sucre)	49.343
Chinú (Córdoba)	48.175
Ariguaní, El Difícil, (Magdalena)	48.079
Nueva Granada (Magdalena)	46.553
Palmira (Valle del Cauca)	45.358
Ciénaga de Oro (Córdoba)	44.905
Plato (Magdalena)	44.684
Planeta Rica (Córdoba)	43.998
Guaduas (Cundinamarca)	38.862
Bosconia (Cesar)	38.792
San Carlos (Córdoba)	38.267
Valencia (Córdoba)	37.544
Guamo (Tolima)	37.265
San Pelayo (Córdoba)	37.067
Santa Rosa de Osos (Antioquia)	36.106

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47. Municipios con mayor aptitud alta (A1) para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia



Fuente: UPRA, 2021

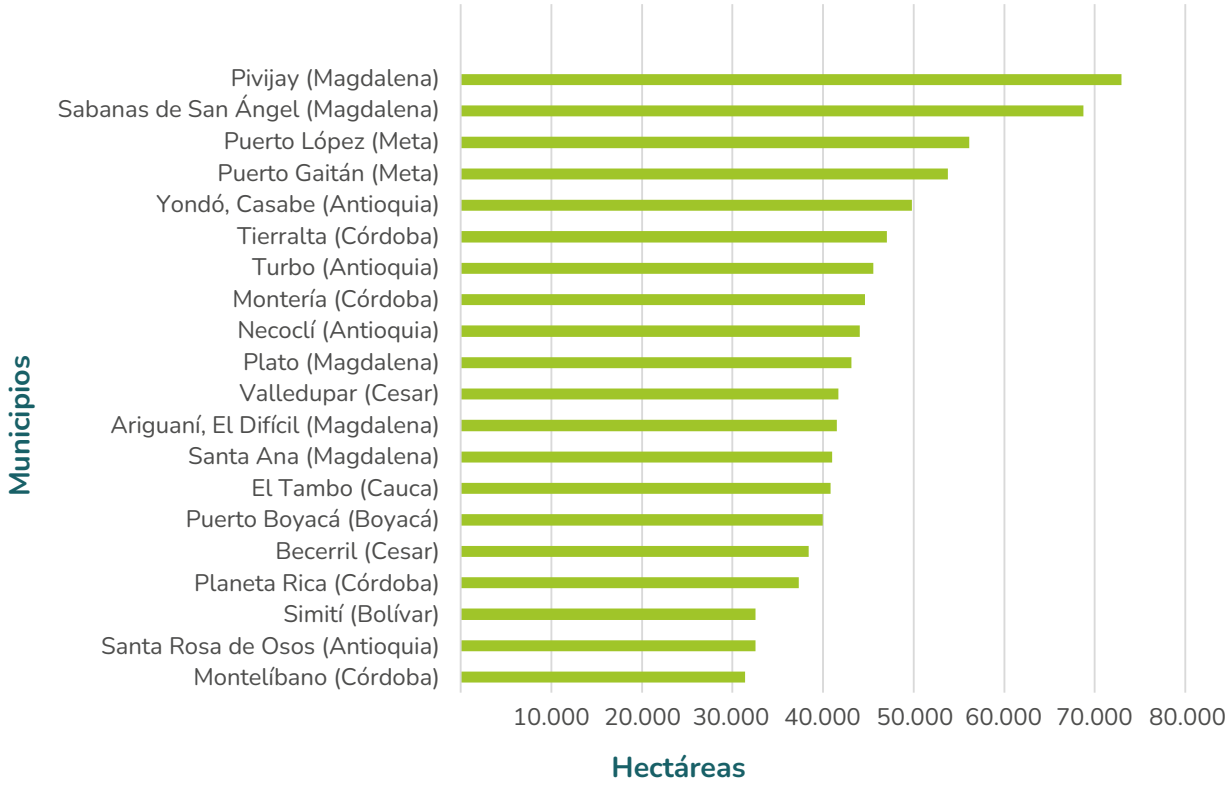
De igual manera, los municipios que presentaron la mayor superficie con aptitud media (A2) para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia fueron Pivijay y Sabanas de San Ángel (Magdalena) con 72.915 y 68.744 hectáreas, respectivamente; le siguen Puerto López y Puerto Gaitán (Meta), con 56.127 y 53.775, respectivamente; Yondó, Casabe (Antioquia), con 49.825; Tierralta (Córdoba), con 47.018; Turbo (Antioquia), con 45.558; Montería (Córdoba), con 44.622; Necoclí (Antioquia), con 44.033; Plato (Magdalena), con 43.132; Valledupar (Cesar), con 41.665; Ariguaní, El Difícil y Santa Ana (Magdalena), con 41.513 y 40.984, respectivamente; El Tambo (Cauca), con 40.842; Puerto Boyacá (Boyacá), con 39.990; Becerril (Cesar), con 38.433; Planeta Rica (Córdoba), con 37.348; Simití (Bolívar), con 32.530; Santa Rosa de Osos (Antioquia), con 32.525; y Montelíbano (Córdoba), con 31.375 (ver Tabla 43 y Figura 48).

Tabla 43. Municipios con mayor aptitud media (A2) para la producción de carne ovina en Colombia a escala 1:100.000

Municipio	Aptitud media (A2)
Pivijay (Magdalena)	72.915
Sabanas de San Ángel (Magdalena)	68.744
Puerto López (Meta)	56.127
Puerto Gaitán (Meta)	53.775
Yondó, Casabe (Antioquia)	49.825
Tierralta (Córdoba)	47.018
Turbo (Antioquia)	45.558
Montería (Córdoba)	44.622
Necoclí (Antioquia)	44.033
Plato (Magdalena)	43.132
Valledupar (Cesar)	41.665
Ariguaní, El Difícil (Magdalena)	41.513
Santa Ana (Magdalena)	40.984
El Tambo (Cauca)	40.842
Puerto Boyacá (Boyacá)	39.990
Becerril (Cesar)	38.433
Planeta Rica (Córdoba)	37.348
Simití (Bolívar)	32.530
Santa Rosa de Osos (Antioquia)	32.525
Montelíbano (Córdoba)	31.375

Fuente: Elaboración propia.

Figura 48. Municipios con mayor aptitud media (A2) para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia



Fuente: UPRA, 2021

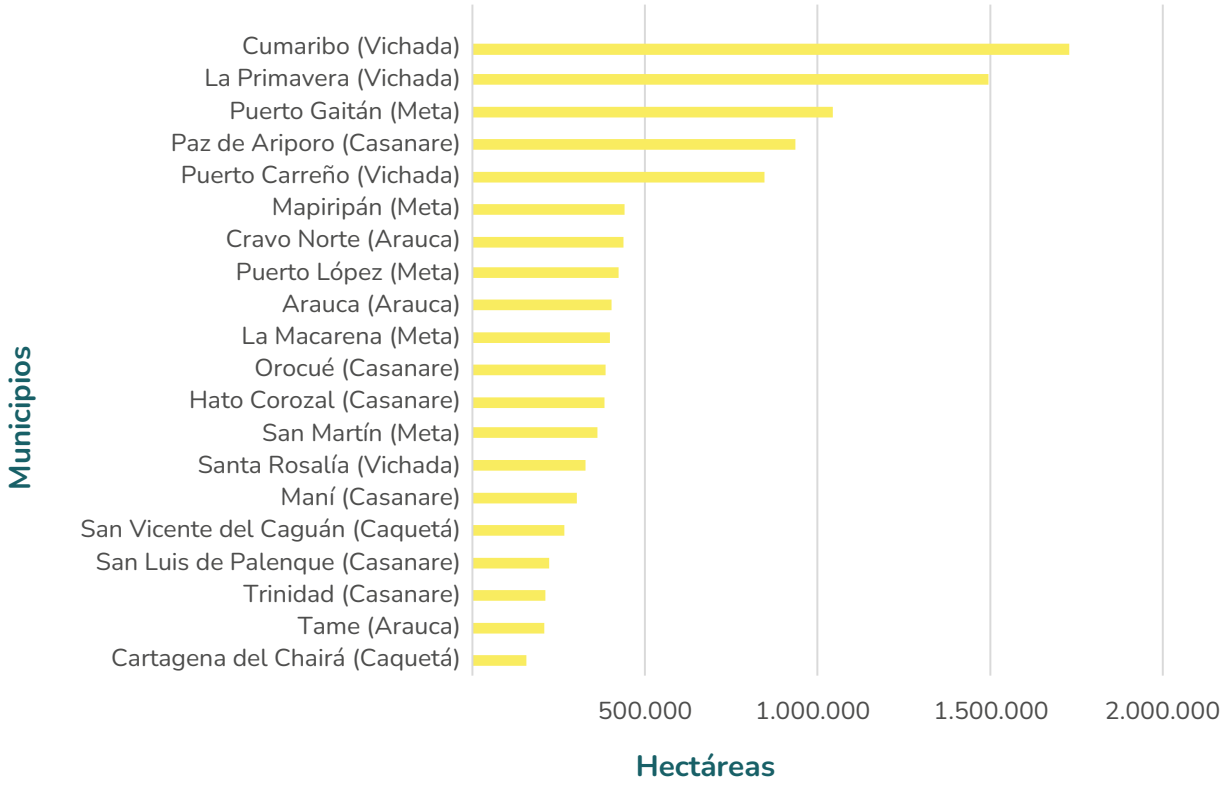
Los municipios que presentaron la mayor superficie con aptitud baja (A3) para la producción de carne ovina en pastoreo fueron Cumaribo y La Primavera (Vichada), con 1.729.669 y 1.1.494.992 hectáreas, respectivamente; Puerto Gaitán (Meta), con 1.044.167; Paz de Ariporo (Casanare), con 935.944; Puerto Carreño (Vichada), con 845.732; Mapiripán (Meta), con 440.316; Cravo Norte (Arauca), con 437.348; Puerto López (Meta), con 424.256; Arauca (Arauca), con 403.629; La Macarena (Meta), con 397.988; Orocué y Hato Corozal (Casanare), con 386.333 y 383.030, respectivamente; San Martín (Meta), con 362.770; Santa Rosalía (Vichada), con 328.407; Maní (Casanare), con 301.927; San Vicente del Caguán (Caquetá), con 266.333; San Luis de Palenque (Casanare), con 221.976; Trinidad (Casanare), con 210.792; Tame (Arauca), con 208.047; y Cartagena del Chairá (Caquetá), con 156.362 hectáreas (ver Tabla 44 y Figura 49).

Tabla 44. Municipios con mayor aptitud baja (A3) para la producción de carne ovina en Colombia a escala 1:100.000

Municipio	Aptitud baja (A3)
Cumaribo (Vichada)	1.729.669
La Primavera (Vichada)	1.494.992
Puerto Gaitán (Meta)	1.044.167
Paz de Ariporo (Casanare)	935.944
Puerto Carreño (Vichada)	845.732
Mapiripán (Meta)	440.316
Cravo Norte (Arauca)	437.348
Puerto López (Meta)	424.256
Arauca (Arauca)	403.629
La Macarena (Meta)	397.988
Orocué (Casanare)	386.333
Hato Corozal (Casanare)	383.030
San Martín (Meta)	362.770
Santa Rosalía (Vichada)	328.407
Maní (Casanare)	301.927
San Vicente del Caguán (Caquetá)	266.333
San Luis de Palenque (Casanare)	221.976
Trinidad (Casanare)	210.792
Tame (Arauca)	208.047
Cartagena del Chairá (Caquetá)	156.362

Fuente: Elaboración propia.

Figura 49. Municipios con mayor aptitud baja (A3) para la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia



Fuente: UPRA, 2021

8. Conclusiones

Gracias al proceso participativo, se identificaron los criterios físicos, ecosistémicos y socioeconómicos necesarios y de mayor relevancia para establecer la producción de carne ovina en pastoreo en Colombia. Así, se identificaron 24 criterios: los más importantes para el componente físico fueron los relacionados con las condiciones climáticas; para el socioecosistémico, el confort animal; y para el socioeconómico, la infraestructura y logística.

La zonificación de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo para Colombia a escala 1:100.000 permitió identificar áreas geográficas que presentaron condiciones apropiadas para esta actividad. En ellas se puede promover el uso eficiente para la ganadería ovina de carne, bajo condiciones

de productividad, sostenibilidad y competitividad, lo cual ayudará a orientar las políticas para el desarrollo del sector en búsqueda de un mayor impacto en las inversiones y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

Por su parte, el mapa de zonificación de aptitud del territorio rural para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia a escala 1:100.000 mostró que el 26,3 % del territorio colombiano, que equivale a un total de 30.017.865 hectáreas, tiene aptitud para establecer la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo en Colombia. Los que mayor aptitud poseen, es decir, alta (A1) y media (A2], en relación con su territorio, son los departamentos de la región Caribe.

La producción ovina en pastoreo está determinada por el nivel de productividad de las pasturas forrajeras, las cuales tienen diferencia en cantidad y calidad de forraje producido durante el año. Éstas son características que dependen, en gran medida, de las cualidades de la tierra del territorio nacional, como las condiciones climáticas, la disponibilidad de nutrientes, la toxicidad en el suelo por sales sodio y aluminio, y la disponibilidad de oxígeno, entre otras.

Para la producción forrajera, las condiciones climáticas, como la temperatura, determinaron, en principio, los tipos de pastos a establecer. Las áreas de climas más fríos de las tres cordilleras y de la Sierra Nevada los restringen; aunque existe una oferta forrajera potencial para todas las condiciones térmicas del país. Las condiciones de déficit de humedad definidas por el índice de desarrollo humano (IDH) mostraron una limitación en la producción forrajera, con una disminución en cantidad y calidad. En consecuencia, el potencial de carga de ovinos en la pradera durante el año se reduce para la zona cálida y seca del Caribe colombiano: La Guajira, Cesar, Magdalena y Atlántico.

La *disponibilidad de nutrientes y de agua en el suelo* determinó el potencial de producción de forraje en cantidad y calidad. En tal sentido, la región Caribe, los valles interandinos y, en menor medida, la región Andina expresaron las mejores condiciones de este criterio, a saber: las mejores aptitudes para la producción de forraje nutritivo para el ganado ovino. Por el contrario, la Orinoquía colombiana (Meta, Vichada, Casanare y Arauca), que presenta suelos con baja disponibilidad de nutrientes, arrojó menores cantidades y calidades de forrajes de un limitado tipo de pasturas mejoradas y nativas, a menos de que se fertilicen o se realicen enmiendas.

La *toxicidad por sales, sodio y aluminio* restringe en algunas áreas la posibilidad de establecer pasturas, de modo que limita especies algo más rústicas y con valores nutritivos inferiores. En consecuencia, son menores los rendimientos del ganado ovino mientras no se implementen prácticas como el encalado para neutralizar el aluminio intercambiable: es el caso de la Orinoquía y la Amazonía colombiana (Meta, Vichada, Casanare, Arauca y Caquetá).

La *disponibilidad de oxígeno* definió los niveles de aireación de los suelos, lo cual limitó la aptitud para la producción de pastos destinados a los ovinos, tanto en las tierras con drenajes pobres y muy pobres, como las inundables, por ejemplo, las áreas húmedas de Colombia; la depresión Momposina, la Mojana y las sabanas inundables de Casanare y Arauca, entre otras.

Desde el componente socioecosistémico, el criterio *confort animal* fue el de mayor aporte en la integración biofísica, debido a que mostró las condiciones óptimas que ayudan al desarrollo de la producción. Con ello, se logra aumentar el desarrollo productivo cárnico en un menor tiempo, cuya mayor aptitud se ve en los departamentos de Cesar, Magdalena y Córdoba, lo cual se refleja en mayor sostenibilidad de la producción de carne ovina en pastoreo.

En cuanto a *sanidad animal*, se consideró un criterio muy relevante dentro de la zonificación para la producción de carne ovina en pastoreo, pues en ella la susceptibilidad a enfermedades podales y por presencia de parásitos gastrointestinales presentaron una uniformidad en la distribución de los datos con respecto a la aptitud resultado de la zonificación. En lo que se refiere a la *susceptibilidad a la trasmisión de enfermedades de control oficial (rabia de origen silvestre)* y *enfermedades hepáticas*, se observó que la ecología y la distribución de los vectores se encontraron en zonas del país con antecedentes y presencia de la enfermedad. En definitiva, en el país existen áreas muy viables para el establecimiento de producciones ovina, pero se deben garantizar medidas de control, preventivas y curativas en las zonas con alta susceptibilidad al contagio y transmisión de tales enfermedades.

El criterio *apropiación y acceso al agua* demostró que el recurso hídrico es fundamental para satisfacer las necesidades tanto de los animales como del ecosistema. Así pues, la zonificación para la producción de carne ovina en pastoreo permitió evidenciar que este recurso es moderado en gran parte del territorio nacional, razón por la cual el desarrollo de actividades productivas, como la ganadería ovina, debe ser cada vez más eficiente en el uso racional del agua.

El criterio *estatus ecológico de las pasturas* reveló la resiliencia de las pasturas que mantienen su capacidad para la producción de materia seca y la resistencia frente a incendios e invasibilidad de otras especies. De esta manera, la principal aptitud se vio en el valle del Magdalena, en la costa Caribe, en el Valle del Cauca y en el piedemonte de la Orinoquia y la Amazonia, lo cual refleja una mayor sostenibilidad para la producción de carne ovina en pastoreo.

El *potencial forrajero de pastos nativos y naturalizados* indicó que existe una gran probabilidad de utilización de estas especies como alternativa nutricional frente a las pasturas cultivadas. De esta manera, la Orinoquia fue el área del país con mayor potencial, seguida por el Valle del Cauca, el valle del Magdalena y algunas zonas de los departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba.

Desde el punto de vista de la *integridad ecológica*, las áreas resultantes no generaron presión sobre la integridad ecosistémica, debido a que su distribución de áreas de aptitud se ubicó en zonas de baja integridad.

El criterio *cambio de cobertura* permitió delimitar, desde un punto de vista técnico, las áreas involucradas dentro de la frontera agropecuaria, puesto que excluyó las áreas que poseen coberturas naturales y que presentan exclusiones de tipo legal. Adicionalmente, el criterio calificó la favorabilidad y desfavorabilidad de la entrada de pasturas para la sostenibilidad de la producción de carne ovina en pastoreo para Colombia.

Dado el inventario de ovinos en Colombia, el balance entre la captura y las emisiones sobre las zonas potenciales de aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo expuso que gran parte del país presenta un equilibrio, excepto las zonas de la altillanura, en las cuales las emisiones por fermentación entérica y gestión del estiércol superan la captura de carbono, debido a que también se presenta en áreas cuya cobertura, como los suelos, no posee un alto potencial de captura.

El componente socioeconómico posibilitó caracterizar las zonas con más actividad productiva de carne ovina en pastoreo, cuyos criterios de mayor importancia fueron *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 %). Esto se explica por los requerimientos propios de producción, distribución y comercialización para la competitividad de la actividad pecuaria.

El criterio *infraestructura y logística* generó un diferencial competitivo entre las zonas aptas al facilitar la producción, distribución y comercialización, debido a 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 ovinos; la cercanía a los centros de concentración; y la cercanía a plantas de beneficio, pues son variables que significativamente describen este comportamiento.

Una de las variables del criterio *infraestructura y logística* que adquirió gran importancia fue *inventario ovino*, pues pretendió mostrar dónde podría ser más fácil para un nuevo actor productivo desarrollar la actividad —por ya existir la explotación pecuaria—. En este sentido, se identificaron los predios y sus colindantes ubicados en municipios con reporte de inventario de más de 1960 ovinos, a partir de lo cual se encontró que, del total del área apta, el 39 % cumplió con esta condición; mientras que solo el 5 % del área apta se encontraba en municipios cuyo reporte de inventario fue menor a 50 animales. Los departamentos con mayores áreas prediales con inventarios fueron Córdoba, Cesar, Magdalena y Antioquia.

La variable *cercanía a centros de concentración* identificó el sitio en el que se realiza el proceso de comercialización del ganado ovino en pie a través de las ferias comerciales, de exportación, mercado ganadero, subasta, remate o paradero. El 38 % de los centros de concentración se encontraron en aptitud alta (A1) en los departamentos de Córdoba, Cesar, Magdalena y Antioquia. Eso significa que se disminuyen los costos de transporte de la producción de carne y se facilita el proceso de comercialización en la cadena de abastecimiento de los clientes tanto nacionales como extranjeros.

El criterio *asociatividad e institucionalidad* fue determinante por el impacto positivo generado por la cercanía a las asociaciones, de las cuales el 62 % se encontró dentro de las zonas aptas (A1) para la producción de ovinos, en los departamentos de Córdoba, Antioquia, Magdalena y Cesar. Estas zonas son aliadas estratégicas de la asociatividad, pues se registran algunos servicios prestados a nivel de asesoramiento técnico en el manejo de la producción ovina.

En lo que respecta al criterio *disponibilidad de mano de obra,* sobresalió la alta coincidencia entre los niveles de aptitud para la explotación de ovinos y los determinados por la variable *población rural en edad de*

trabajar. De esta forma, tanto la región Andina del centro y sur del país como la región Caribe cercana a las grandes ciudades evidenciaron niveles altos y medios de aptitud para la explotación ovina, en gran parte, por la relativamente abundante disponibilidad de mano de obra. Esta variable contrastó los requerimientos de mano de obra por unidad espacial de la actividad económica con la distribución etaria de la poblacional rural en Colombia.

Dado que la actividad ovina se desarrolla tanto en tierra propia como en arriendo, las variables *tamaño predial*, *arriendo rural*, *avalúo catastral rural* y *tendencia a la formalidad* fueron igualmente relevantes, pues definieron en dónde estaban las mejores condiciones para el acceso a la tierra para nuevos establecimientos de la actividad productiva. Teniendo en cuenta que para que esta actividad se desarrolle de manera rentable se requiere de predios que oscilen entre 5 y 60 hectáreas, la variable *tamaño* indicó que esta disponibilidad estuvo en un 23 % de área total apta en Colombia, ubicada en los departamentos de Córdoba, Antioquia y Caquetá. De estos, el 14 % se encontraron en los tamaños que se consideraban óptimos para esta actividad, que son predios que oscilan entre 20 y 60 hectáreas.

En contraste, el criterio *indicadores económicos* y la variable *créditos otorgados para la actividad ovina* no resultaron coincidentes con las áreas evaluadas como aptas para la explotación en descripción. Esto se evidencia en la manera en que se distribuyen espacialmente las colocaciones de créditos para la actividad ovina, sobre todo ubicadas en el Caribe no costero, en La Guajira, en Santander y en el Norte de Santander y, en unos casos, dispersas en el centro y sur del país.

9. Bibliografía

Alberta Sustainable Resource Development. (2004). *Methodology for calculating carrying and grazing capacity on public rangelands*. Alberta, Canada: Public Land and Forest. https://n9.cl/f9lq4

Alonso, J. (1981). *Manejo de la reproducción en el ovino*. https://n9.cl/21lmld

Amiri, F.; Rashid, A.; Shariff, M. & Saadaffar, A. (2011). Modeling Land Suitability Analysis to Livestock Grazing Planning Based on GIS. *World Applied Sciences Journal*, 1549-1564. https://n9.cl/xh810

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. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 14(2), 215-229. https://n9.cl/8a7ny

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. https://n9.cl/gn9v

Asamblea General ONU. (2007). *Los enfoques ecosistémicos y los océanos*. Nueva York. Naciones Unidas.

Baruch, Z. y M. Fisher. (1998). Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: Lascano, C. y J.M. Spain (Eds.). *Establecimiento y renovación de pasturas. VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT*. [Memorias]. CIAT. Veracruz, México. pp. 103-142.

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

Bulla, P. (2014). *Historia del ovino y caprino*. Bogotá: UDCA.

Calderón, C y Guarda, P. (2012). Manejo de enfermedades podales de ovinos en la zona sur de chile. *Informativo N.° 98. INIA*. Chile. https://n9.cl/m1bb7

Castellanos, J.; Rodríguez, J.; Toro, W. y Luengas, C. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva cárnica ovino-caprina en Colombia*. Bogotá: MADR. https://n9.cl/iflea

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Visión Amazonía. (2018). *Estrategia sectorial de la cadena de ganadería doble propósito en Caquetá*. Cali: CIAT N.° 454.

CIAT. (1988). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. En Lascano, C. y Spain, J. (Eds.). *Memorias de la Sexta Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales*. https://n9.cl/42827q

CIAT; Lapointe, S. & Miles, J. (1992). Germplasm case study: Brachiaria species. En *Pastures for the tropical lowlands: CIAT´s contribution* (pp. 43-55). https://n9.cl/awxtp

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

Código Penal Colombiano [CPC]. Ley 599 de 2000. Julio 24 de 2000. (Colombia).

Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2009). Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos. https://n9.cl/tn8bg

Concejo Profesional de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de Colombia. (2020). Glosario. https://n9.cl/kdy00

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). (2017). Composición química y valor nutricional. *AlimenTro*. https://alimentro.agrosavia.co/Estadisticas/ReporteAnalisis

Corrales, E. (2002). *Cuadernos tierra y justicia N.º 5. Sostenibilidad agropecuaria y sistemas de producción campesinos*. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana. https://n9.cl/yti8u

Correa, C. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. *Revista Pérez Arbelaezia* 19: 115-139. Bogotá: Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

Corte Constitucional de Colombia. Sentencia C035 de 2016. (M.P. Gloria Stella Ortiz Delgado: 8 de febrero de 2016).

Cortés, A.; Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: UJTL.

Cruz, B. (2018). *Apoyo a la implementación del programa de ovinocultura para mejorar los sistemas productivos de la asociación ASOOVINOS del departamento de Arauca*. https://n9.cl/8w19l

DANE-ESAG. (2021). *Encuesta de sacrificio de ganado (ESAG), II trimestre de 2021*. [Boletín técnico]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/sacrificio/bol_ESAG_IItrim21.pdf

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-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 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 1500 de 2007. 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. DO. N.º 46618.

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 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 1996 de 1999. Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993. Octubre 21 de 1999. DO. N.º 43751.

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.

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-Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Diario Oficial 34243. Bogotá, Colombia: Presidencia de la República de Colombia.

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 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.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). *PIB por departamento*. https://n9.cl/orqc2

DANE. (2018b). *Censo nacional de población y vivienda*. https://n9.cl/esl2t

DANE - ESAG. (2021). *Encuesta de sacrificio de ganado (ESAG)*. https://n9.cl/8wzt

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para todos*. https://n9.cl/20eh8

DNP. (2017). *Medición del desempeño municipal (MDM): Informe de resultados*. https://n9.cl/ofyfbi

Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN). (2020). *Partida arancelaria de las demás carnes de animales de la especie ovina, congeladas sin deshuesar*. https://n9.cl/xoqg9

Doorenbo, J. & Kassam, A. (1979). *Yield response to water. Irrigation and Drainage*. Paper N.º 33. Roma: FAO.

Eastman, J.; Weigen, J.; Kyem, P. & Toledano, J. (1995). Raster procedures for multi-criteria/multi objective decisions. *Photogramm Eng Remote Sens* 61(5), pp: 539-547. https://n9.cl/vmkyl

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

Figueroa, J.; Hernández, J.; Vargas, E. y Dibarrat, J. (2013). Enfermedades podales en ovinos: Estudio exploratorio en campo. *Nueva época veterinaria*. Año 4 (2) pp: 36-49. https://n9.cl/nuwh3

Franco, O. (2011). *Colombia, país libre de fiebre aftosa con vacunación*. [Monografía de especialización]. UDCA. https://n9.cl/c7j2g

Galaviz, J.; Vargas, S; Zaragoza, J; Bustamante, A; Ramírez, E y Guerrero, J. (2011). Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2(1), pp: 53-68. https://n9.cl/ajre3

Garavito, F. (1974). *Propiedades químicas de los suelos*. Bogotá: IGAC. https://n9.cl/1iiea

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

Garfias R., Castillo M., Allende C. y Ruiz, F. (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 Interciencia*. N.º 1 (44). https://n9.cl/06r8e8

Giraldo, D. (2013). *Las gramíneas en Colombia. Riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares*. Universidad Nacional de Colombia. https://n9.cl/355nw

Grajales, H.; Moreno, D. y Atuesta, J. (2011). *Original: Guía Técnica de producción Ovina y Caprina*. https://n9.cl/c9vsl

Gómez, C. (2020). Situación global del sector de la carne de ovino. *Euroganadería*. https://n9.cl/sqin2

Harms, B.; Brough, D.; Philip, S.; Bartley, R.; Clifford, D.; Thomas, M. & Willis, R. (2015). Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation. *Global Food Security*. (5). pp. 25-36. https://n9.cl/p8ztv

Hofstede, R. (2004). El estado de salud de los páramos: un esfuerzo para relacionar la ciencia con la práctica de manejo sustentable. *Lyonia*, 6(1). https://n9.cl/hynv6

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2017). *Censo Pecuario Nacional 2017*. https://n9.cl/p0urj

ICA. (2018). *Especie Ovino-Caprina*. https://n9.cl/re8l

ICA. (2019). *Colombia alcanza vacunación histórica contra fiebre aftosa en el segundo ciclo de vacunación con una cobertura del 97,87% de los bovinos y bufalinos*. https://n9.cl/5dso0

ICA. (2020). *Censo bufalino en Colombia*. https://n9.cl/zbu2

ICA. (2020). *Fiebre aftosa*. https://n9.cl/qchvz

ICA. (s.f.). *Epidemiologia rabia silvestre*. https://n9.cl/es/s/tvf6e

ICA. (s.f.). *Estomatitis Vesicular*. https://n9.cl/0al94

ICA. (s.f.). *Tuberculosis Bovina*. https://n9.cl/apqim

ICA. Resolución 1634 del 19 de mayo de 2010. Por medio de 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. https://n9.cl/tv1ji

ICA. Resolución 2141 del 9 de junio de 2009. Por medio de la cual se establece la situación sanitaria en las diferentes zonas del país en relación con la fiebre aftosa. https://n9.cl/0pfz3

ICA. Resolución 3333 del 21 de octubre de 2010. Por medio de la cual se establece una Zona de Alta Vigilancia (ZAV) para fiebre aftosa, en los departamentos de Boyacá, Arauca y Vichada. https://n9.cl/nyflv

ICA. Resolución 4693 del 16 de noviembre de 2012. 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. https://n9.cl/3sq1d

Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). (2019). *Parques y áreas arqueológicas protegidas*. https://n9.cl/evsc8

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2005). *Atlas Climatológico de Colombia*. https://n9.cl/mi9a86

Ideam. (2010). *Estudio Nacional del agua*. https://n9.cl/v4ghc

Ideam. (2010b). *Ecosistemas. Coberturas nacionales.* http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-nacionales

Ideam. (2014). *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. Bogotá.

Ideam. (2015). *Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*. https://n9.cl/ap5b83

Ideam. (2015b). *Estudio nacional del agua 2014*. https://n9.cl/vz0m

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2010). *Metodología para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso*. https://n9.cl/ivjq

IGAC. (2019). *Zonificación de la gestión catastral, actualización rural 2017: Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley*.

Jackson, M. (1958). *Soil chemical analysis*. Prentice-Hall. https://n9.cl/oenk4

Jacobo, R. (2020). *Aspectos sanitaros en la cría de Búfalos*. https://n9.cl/wsg52

Legiscomex.com. (2020). *Sistema de inteligencia comercial*. Recuperado de: https://n9.cl/8z15z

LegisComex (2023). *Estadísticas de comercio exterior.* https://www.legiscomex.com/informacion-estadisticas-de-comercio-exterior

Ley 1450 de 2011. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Junio 16 de 2003. DO. N.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. https://bit.ly/3MgiZom.

Ley 2 de 1959. Por la cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables. Enero 27 de 1959. DO. N.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 76.a reunión de la Conferencia General de la OIT, Ginebra 1989. Marzo 4 de 1991. DO. N.º 39720.

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. DO N.º 43.091.

Ley 70 de 1993. Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política. Agosto 27 de 1993. https://bit.ly/3HZzRxj.

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. DO. N.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. DO N.º 41146.

Decreto-Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Diario Oficial 34243. Bogotá, Colombia: Presidencia de la República de Colombia.

Libreros, H. (1996). Hacia el uso sostenible de la tierra en el trópico inundable americano: enfoques y procesos. En Colombia. Cali: CIAT.

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

Mackey, B. (2005). La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra. En: P. Carcoran. *La carta de la Tierra en acción: hacia un mundo sostenible* (pp. 68-71). Ámsterdam: KIT Publishers BV.

Malagón, D., y Montenegro, H. (1990). Propiedades físicas del suelo y relación con los sistemas de labranza. Bogotá DC: Imprenta Nacional. https://n9.cl/tpvht

Martínez, E. y Barreto, N. (1998). La Chinche de los pastos Collaria Scenica Stal en la Sabana de Bogotá. Corpoica. https://n9.cl/fk0uz

Mederos, A. y Banchero, G. (2013). Parasitosis gastrointestinales de ovinos y bovinos: situación actual y avances de la investigación. Revista INIA (34). https://n9.cl/7mf33

Mejía, J. (2002). Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. Acta Universitaria 12 (3). https://n9.cl/8rmk5

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2008). *Gestión Ambiental en el sector Agropecuario*. https://n9.cl/olyiw

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

MADR. (2015). *Memorias al Congreso de la República 2010-2014*.

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. Junio de 2020*. Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas. Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas. Bogotá: MADR. https://n9.cl/oypyo

MADR. Resolución 128 del 2017. Por medio de la cual se adoptan las bases para le gestión del territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria. https://n9.cl/875jy

MADR. Resolución número 261 del 21 de junio de 2018. Por medio de la cual se define la Frontera Agrícola Nacional y se adopta la metodología para la identificación general. https://n9.cl/5nteb

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (1995). Resolución 1602 de 1995. Por medio de la cual se dictan medidas para garantizar la sostenibilidad de los manglares en Colombia.

MADS. Resolución 1275 de 2014. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959, y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/dr03i

MADS. Resolución 1276 de 2014. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2ª de 1959, y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/90vt8w

MADS. Resolución 1277 de 2014. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/sk28u

MADS. Resolución 1310 de 2018. 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 prorrogadas a través de la Resolución 1433 de 2017 y se adoptan otras determinaciones. https://n9.cl/uqtg3

MADS. Resolución 1922 de 2013. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959, y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/hv9xq

MADS. Resolución 1923 de 2013. Por la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959, y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/g2g60

MADS. Resolución 1924 de 2013. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959, y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/5bz0b

MADS. Resolución 1925 de 2013. Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2ª de 1959, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/p7brb

MADS. Resolución 1926 de 2013, por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959, y se toman otras determinaciones. https://n9.cl/dr03i

MADS. Resolución 1987 de 2018. 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 número 1814 de 2015, modificada por la Resolución número 2157 de 2017 y se adoptan otras determinaciones. https://n9.cl/44x9n

MADS. Resolución 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. https://n9.cl/dowki

Ministerio de Cultura. Resolución 2079 de 2011. 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. https://n9.cl/z5z3p

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono. Bogotá: Minambiente*. Recuperado de: <https://wwwminambientegovco/images/cambioclimatico/pdf/Estrategia_Colombiana_de_Desarrollo_Bajo_en_Carbono/100713_ cartilla_ecdbdpdf>.

Morales, P.; 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 impresiones.

Moreno, L.; Lara, D. y Flórez, H. (2014). Caracterización de la cadena ovina y caprina en Colombia. *Innovando en la U*, N.º 6. https://n9.cl/zj1we

Mundo Ovino. (2018). Comercio del Ganado Ovino Enero a febrero de 2018. *Mundo Ovino News*. N.º 4. https://n9.cl/woe6v

Noguera, E. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. *Acta zoológica mexicana*. N.º 1. (33). https://n9.cl/dwd1k

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (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/

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. <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pd

Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. https://n9.cl/v1f1ew

OMM y Unesco. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra: Suiza. 469p. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000221862

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

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

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

Pávez, P. y De la Barra, R. (2019). *Fasciolasis en ovinos*. Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA), informativo N.° 196. https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/4924

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, R.; Macías, U.; Avendaño, L.; Correa, A.; López, M. y Lara, A. (2020). *Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo*. Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 11(1). p. 205-222. Epub 11 de junio de 2020. https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923

Peters, M., Franco, L., Schmidt, A. e Hincapié, B. (2010). *Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del trópico americano*. Cali: CIAT. https://n9.cl/2plaso

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.

Rocha, J., Chen, S. y Beja-Pereira, A. (2011). Molecular evidence for fat-tailed sheep domestication. *Tropical Animal Health and Production*, *43*(7). DOI: 10.1007/s11250-011-9854-9

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

Rodríguez, A.; Arce, B.; Boshell, F. y Barreto, N. (2019). *Efecto de la variabilidad climática sobre Collaria scenica (Hemiptera: Miridae) en el altiplano de Bogotá*. Agronomía colombiana. Vol. 37 No.1. Bogotá Ene/Abr. 2019. http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v37n1/0120-9965-agc-37-01-47.pdf

Rodríguez, A. (2011). *Desarrollo de un sistema de alertas agroclimáticas tempranas para la chinche de los pastos, Collaria scenica, en la sabana de Bogotá*. 1-78. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7751

Rodríguez, F. y Bernal, J. (Coords.) (1976). *Curso de pastos y forrajes*. Bogotá: ICA. https://n9.cl/hrleq

Rodríguez, F. y Bernal, J. (Coords.). (1980). *Informe anual proyecto ovino 1979-1980*. Bogotá: ICA.

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.

Santana, A. (2012). Costos de producción en la ganadería colombiana. *Primer foro internacional de la leche*. Bogotá: Fedegán. https://n9.cl/vin9v

Sanz, H. (22 de marzo de 2010). *Salud Animal Conceptos y Definición*. http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/SaludAnimalSaludPublica/images/Documentos/2010/Salu%20Animal%202010.pdf

Saravia, C. y Cruz, G.. (2003). *Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal*. Uruguay. http://dedicaciontotal.udelar.edu.uy/adjuntos/produccion/662_academicas__academicaarchivo.pdf

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

Servicio Nacional de Aprendizaje (2020). *Programas en educación superior técnica SENA y tecnológica*. Bogotá, Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). https://www.senasofiapluseduco.com/programas-en-educacion-

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

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.

Strappini, A. C.; Frankena, K.; Metz, J.H.M.; Gallo, C. y Kemp, B. (2012). *Characteristis of bruises in carcasses of cows sourced from farms of from livestock markets*. https://doi.org/10.1017/S17517311110016

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

Tadich, M. y Hernández, M. (2000). Prevalencia de lesiones podales en ovinos de 25 explotaciones familiares de la provincia de Valdivia, Chile. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2000000100008

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). *Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas. Lista de los exportadores para el producto seleccionado. Producto: 0204 Carne de ovinos o caprinos, fresca, refrigerada o congelada*. https://www.trademap.org/Country_SelProduct_

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. (2015). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia,escala 1.100.000*. Bogotá: UPRA.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2015b). *Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional*. Bogotá: UPRA. https://upra.gov.co/en/Documents/20220809_Mercado_Tierras.pdf

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). *Zonificación de aptitud para la producción de carne bovina en pastoreo para el mercado nacional y de exportación*.

UPRA. (2019). *Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general*. Bogotá: UPRA.

UPRA. (2022). *Mercado de tierras rurales productivas en Colombia*. https://n9.cl/3m4o0

U. S. Departament of Agriculture. (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*.

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.

Venerma, J. y Vargas, R. (2007). *Land suitability assessment of the Juba and Shabelle riverine areas in Southern Somalia*. FAO-SWALIM. Project Report N.° L-09. Nairobi.

Vera, I.; Ortega, M.; Herrera, J..; Huerta, M. (2019). *Bienestar en ovinos y su evaluación*. Agroproductividad: 12 (9). septiembre. 2019. p. 67-72. México. https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1389

Zervas, G. y Tsiplakou, E. (2011). The effect of feeding systems on the characteristics of products from small ruminants. *Small Ruminant Research 101, 1-3*. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.034

Zohary. (1998). The role of unconscious selection in the domestication of sheep and goats. *The Journal of Zoology*.

Zúñiga, I., Polanía, E. y Franco, O. (2011). *Módulo Salud Animal*. Bogotá: Fedegán.

Fichas Metodológicas

TABLA DE

CONTENIDO

1. Fichas metodológicas del componente físico 206
1.1. Criterio *condiciones climáticas* 208
1.1.1. Variable *temperatura media anual* **215**
1.1.2. Variable *índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC)* 220
1.1.3. Variable *brillo solar medio diario anual* **225**

1.2. Criterio *disponibilidad de nutrientes* 230
1.2.1. Variable *acidez (pH)* 235
1.2.2. Variable *capacidad de intercambio catiónico (CIC)* 241
1.2.3. Variable *saturación de bases* 245
1.2.4. Variable *carbono orgánico* 249

1.3. Criterio *toxicidad por sales, sodio y aluminio* 253
1.3.1. Variable *saturación de aluminio* 260
1.3.2. Variable *salinidad o sodicidad* 265

1.4. Criterio *disponibilidad de oxígeno* 268
1.4.1. Variable *drenaje natural* 273
1.4.2. Variable *suceptibilidad a inundaciones* 278

1.5. Criterio *disponibilidad de humedad* 282
1.5.1. Variable *régimen de humedad del suelo* 288
1.5.2. Variable *textura* 292

1.6. Criterio *condiciones de enraizamiento* 296
1.6.1. Variable *profundidad efectiva* 301
1.6.2. Variable *pedregosidad* 305
1.6.3. Variable *textura* 308

1.7. Criterio *capacidad de laboreo y pastoreo* 312
1.7.1. Variable *pendiente* 319
1.7.2. Variable *pedregosidad* 324
1.7.3. Variable *textura* 327

1.8. Criterio *susceptibilidad a la pérdida de suelos* 331

1.9. Criterio *susceptibilidad fitosanitaria* 336
1.9.1 Variable *temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mión de los pastos* 342

1.9.2. Variable *índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc) asociado a complejo de salivazo o mión de los pastos* 346
1.9.3. Variable *temperatura media anual asociada al chinche de los pastos (Collaria sp.)* 350

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico 354
2.1. Criterio *confort animal* 354
2.1.1 Variable *clasificación bioclimática* 356
2.1.2 Variable *confort higrotérmico* 368
2.1.3 Variable *condiciones de sombrío* 372

2.2. Criterio *sanidad animal* 378
2.2.1. Variable *susceptibilidad a enfermedades podales* 383
2.2.2. Variable *susceptibilidad a parásitos gastrointestinales* 387
2.2.3. Variable *susceptibilidad a parásitos hepáticos* 392
2.2.4. Variable *susceptibilidad a rabia de origen silvestre* 396

2.3. Criterio *apropiación y acceso al agua* 401
2.3.1. Variable *apropiación de agua* 407
2.3.2. Variable *acceso al agua* 411

2.4. Criterio *estatus ecológico de las pasturas* 415
2.4.1. Variable *vigor* 419
2.4.2. Variable *amenaza por incendios de la cobertura vegetal* 424
2.4.3. Variable *potencial de invasibilidad* 427

2.5. Criterio *potencial forrajero de pastos nativos y naturalizados* 432
2.5.1. Variable *número de especies presentes de importancia forrajera* 437
2.5.2. Variable *uso tradicional de los pastos nativos como forrajes* 444

2.6. Criterio *integridad ecológica* 447
2.6.1. Variable *conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)* 454
2.6.2. Variable *índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)* 459
2.6.3. Variable *áreas de concentración de especies sensibles (ACES)* 463

2.7. Criterio *cambio de cobertura* 471

2.8. Criterio *variación del contenido estimado de carbono* 483

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico 490
3.1 Criterio *infraestructura y logística* 490
3.1.1 Variable *inventario ovino* 495
3.1.2 Variable *cercanía a centros de concentración* 499

3.1.3 Variable *cercanía a plantas de beneficio* 503
3.1.4 Variable *cercanía a centros de servicios* 507
3.1.5 Variable *conectividad terrestre* 511
3.1.6. Variable *cercanía a puertos marítimos* 515

3.2 Criterio *asociatividad e institucionalidad* 519
3.2.1. Variable *cercanía a asociaciones* 524
3.2.2. Variable *cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA* 527
3.2.3. Variable *cercanía cercanía a entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (EPSEA)* 531
3.2.4. Variable *cercanía a Agrosavia* 535

3.3. Criterio *disponibilidad de mano de obra* 539
3.3.1. Variable *densidad de la población rural en edad de trabajar* 543
3.3.2. Variable *oferta educativa técnica y tecnológica* 549
3.3.3. Variable *oferta educativa universitaria* 554

3.4 Criterio *dinámica del mercado de tierras* 557
3.4.1. Variable *tamaño predial rural* 562
3.4.2. Variable *avalúo catastral rural* 567
3.4.3. Variable *arriendo rural* 573
3.4.4. Variable *tendencia a la formalidad* 579

3.5 Criterio *indicadores económicos* 586
3.5.1. Variable *créditos otorgados* 591
3.5.2. Variable *valor agregado pecuario municipal* 595
3.5.3. Variable *desempeño municipal* 600
3.5.4. Variable *zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)* 610

3.6 Criterio *seguridada ciudadana* 613
3.6.1. Variable *abigeato* 618
3.6.2. Variable *extorsiones rurales* 623
3.6.3. Variable *secuestros rurales* 628
3.6.4. Variable *homicidios rurales* 632

3.7 Criterio *condiciones de vida* 638
3.7.1. Variable *trabajo* 644
3.7.2. Variable *salud* 649
3.7.3. Variable *condiciones de la niñez y la juventud* 654
3.7.4. Variable *condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos* 660
3.7.5. Variable *condiciones educativas del hogar* 666

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales 671
4.1. Criterio de *exclusiones legales* 671
4.1.1. Variable *ecosistemas estratégicos (páramos)* 679
4.1.2. Variable *áreas protegidas* 683
4.1.3. Variable *áreas urbanas* 687
4.1.4. Variable *parques arqueológicos* 690
4.1.5. Variable *zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, zonas tipo A* 693

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales 696
5.1 Criterios *condicionantes legales* 696
5.1.1. Variable *ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)* 700
5.1.2. Variable *áreas protegidas* 705
5.1.3. Variable planes de ordenación forestal 709
5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C 713
5.1.5. Variable *distinciones internacionales* 717
5.1.6. Variable *áreas de interés cultural y social* 722
5.1.7. Variable *zonas de importancia para la fiebre aftosa* 730
5.1.8. Variable agricultura de bajo impacto 732
5.1.9. Variable *gestión de riesgo* 735

1. Fichas metodológicas del componente físico

El componente físico tuvo a modo de marco de análisis los pastos, gramíneas definidas como la base forrajera en un potrero, utilizadas en la presente zonificación como referencia para determinar la aptitud de las tierras desde lo físico (requerimientos edafoclimáticos). No obstante, es pertinente aclarar que las praderas están compuestas, además, por leguminosas y otras familias de forrajes. El producto de este análisis son ocho grupos de pastos, definidos de la siguiente manera:

Grupo 1. Pastos de crecimiento principalmente en macollas adaptadas 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 más altas 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, Lolium hybridum, Lolium perenne)*, festuca (*Festuca arudianacea),* falsa poa (*Holcus lanatus*) y azul orchoro (*Dactylis glomerata)* (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

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

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 angleton *(Dichantium aristatum)* y el climacuna (*Dichantium anulatum*) (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

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

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 (*Brachiaria plantaginea*); el tanner o urare (*Brachiaria arrecta*); y el alemán (*Echinochloa polystachya*) (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010; Bernal, 1994; ICA, 1976).

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, propio de sistemas silvopastoriles. Corresponden a las guineas, como la guinea pajarita; la mombasa y la tanzania (*Megathyrsus maximus*); y el híbrido massai (*Megathyrsus hibrido*) (Agrosavia, 2017; CIAT, 2010, Bernal, 1994; ICA, 1976).

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

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

El resultado de cada criterio generado por agrupación de pastos posteriormente fue integrado en uno sólo a través de un análisis jerárquico (AHP), como se muestra en las fichas a continuación.

1.1. Criterio *condiciones climáticas*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO: *CONDICIONES CLIMÁTICAS*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC), expresado como adimensional.

Temperatura media anual, expresada en grados centígrados (°C).

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 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), pues afecta la tasa fotosintética, respiración, actividad enzimática, nutrición mineral, adsorción y transporte del agua y metabolismo del nitrógeno, entre otros, los cuales condicionan la posibilidad del establecimiento, crecimiento, desarrollo y producción de forraje de una pradera (Baruch y Fisher, 1997; Salisbury, 2016).

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 parámetros del clima, como la evapotranspiración de referencia, se generan inconvenientes para conocer la distribución espacial detallada del clima en algunas regiones productoras de forraje en el país.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

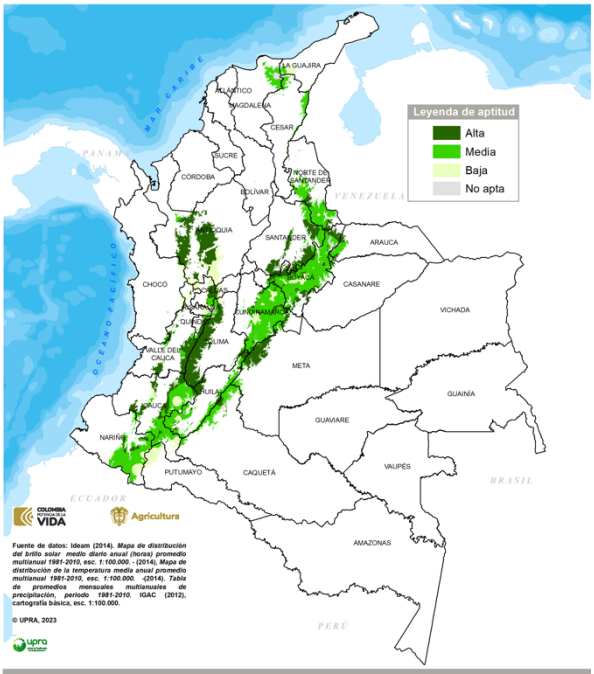
El criterio *condiciones climáticas* por agrupación de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión, en el que se integraron las variables temperatura media anual; el índice de disponibilidad

de humedad para el cultivo (en función de la precipitación total y la evapotranspiración del cultivo de pastos); y el brillo solar medio diario anual, construidas a partir de las normales climatológicas de 1981 y 2010 (Ideam, 2014). Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud, con base en la comparación de rangos, a través de un árbol de decisión, así:

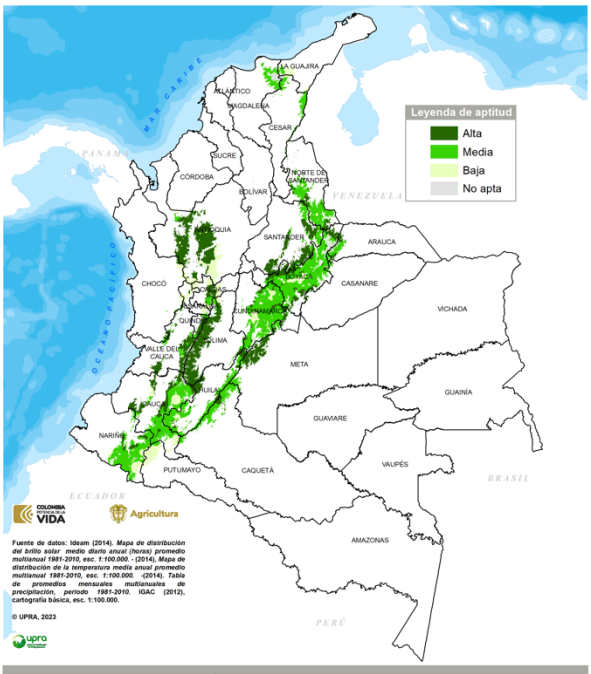
Árbol de decisión

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC0)	Temperatura media anual (°C)	Brillo solar medio diario anual (horas sol/día)	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A1
		A3	A2
	A2	A1	A1
		A2	A2
		A3	A2
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1
A3	A1	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	A2	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1
N1	Cualquiera	Cualquiera	N1

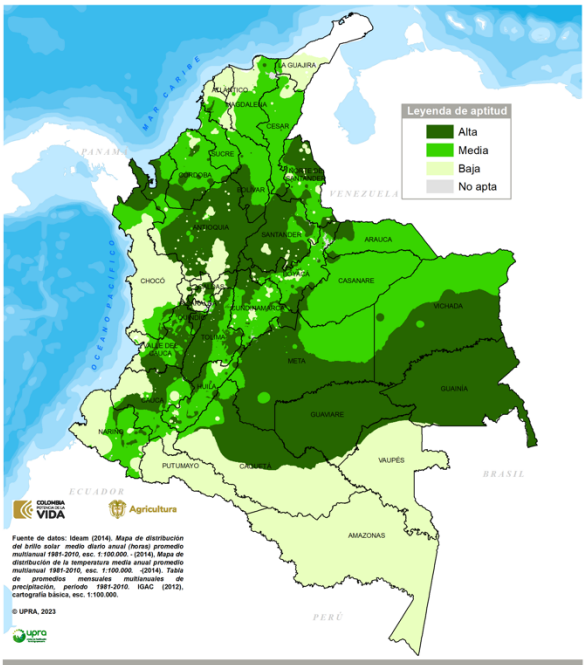
El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación.



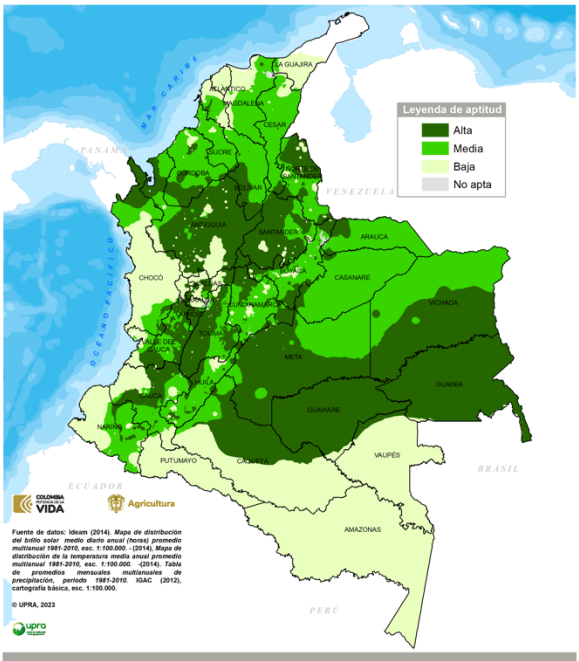
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 1



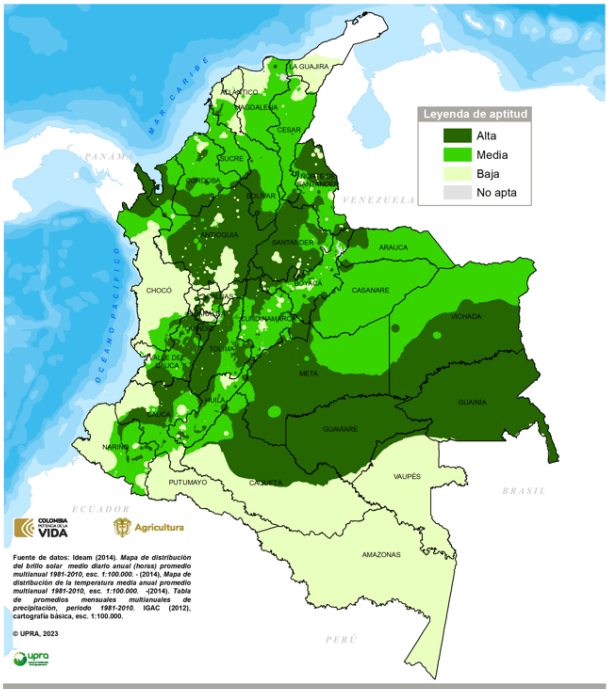
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 2



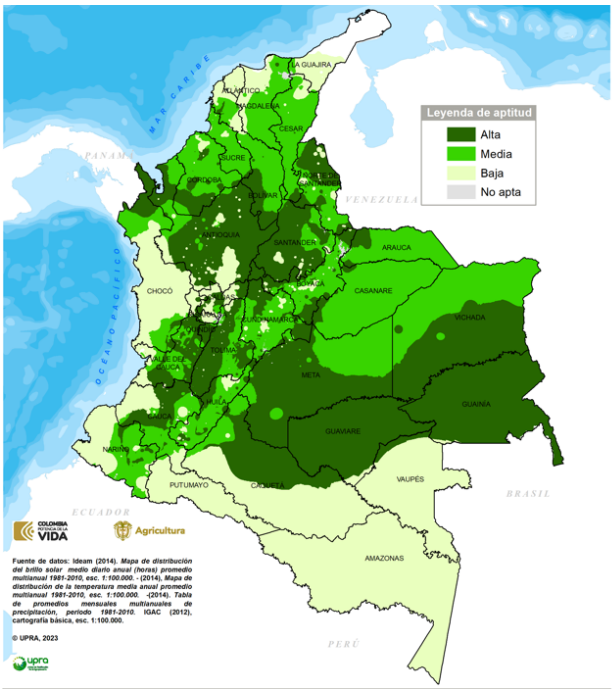
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 3



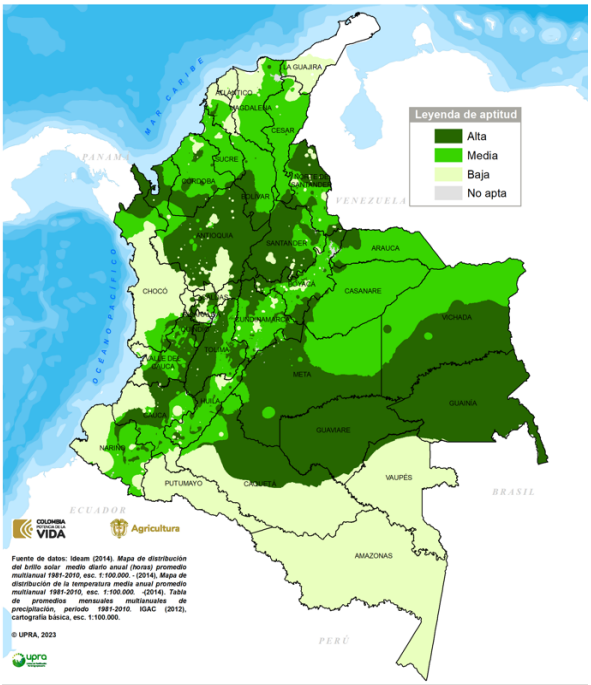
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 4



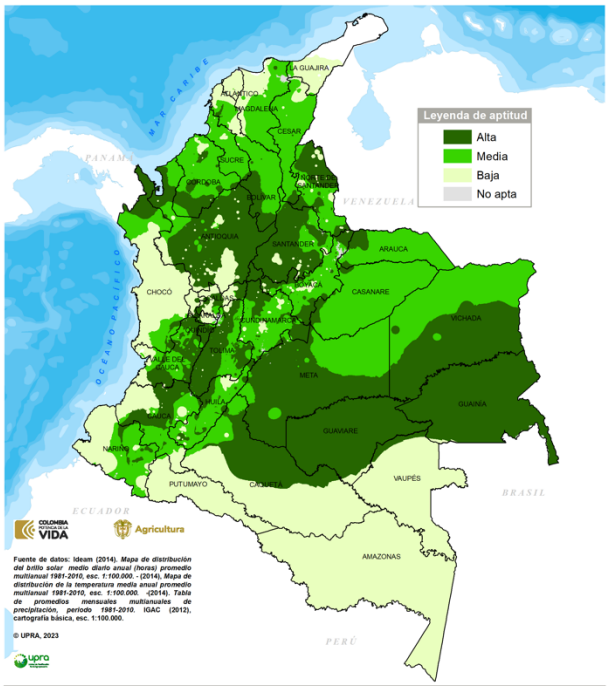
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 5



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 6



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 7



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 8

Posteriormente, cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno sólo a través de un análisis jerárquico (AHP), como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Integración del criterio	
Agrupaciones	Pesos
Grupo 1 (raigrases)	0,132
Grupo 2 (kikuyo)	0,088
Grupo 3 (angleton 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

Adicionalmente, el resultado de la evaluación del criterio define que los valores de exclusión se consideran como *no calificada* para el criterio integrado, dado que es excluyente para la producción de pastos, mas no para la producción ovina con base en coberturas naturales. A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de condiciones climáticas, en ls que se tuvo en cuenta los requerimientos de cada agrupación de pastos (Corpoica, 2017; Arce, Peña, & 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 de carne ovina	Alta (A1)
Se presenta limitación moderada por condiciones climáticas para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Se presenta limitación fuerte por condiciones climáticas para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
Restricciones por condiciones climáticas que imposibilitan el desarrollo de la actividad para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	No apta (N1)
Condición no apta para la producción de pastos, pero no excluye la producción de carne ovina	No calificada

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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. (1998). *Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: 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.

Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos*. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.

CIAT. (1997). *Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT*. México.

_. (2010). *Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano*.

Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

Doorembos J, y Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33. Roma: FAO.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). *Guidelines: land evaluation for extensive grazing*. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

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.

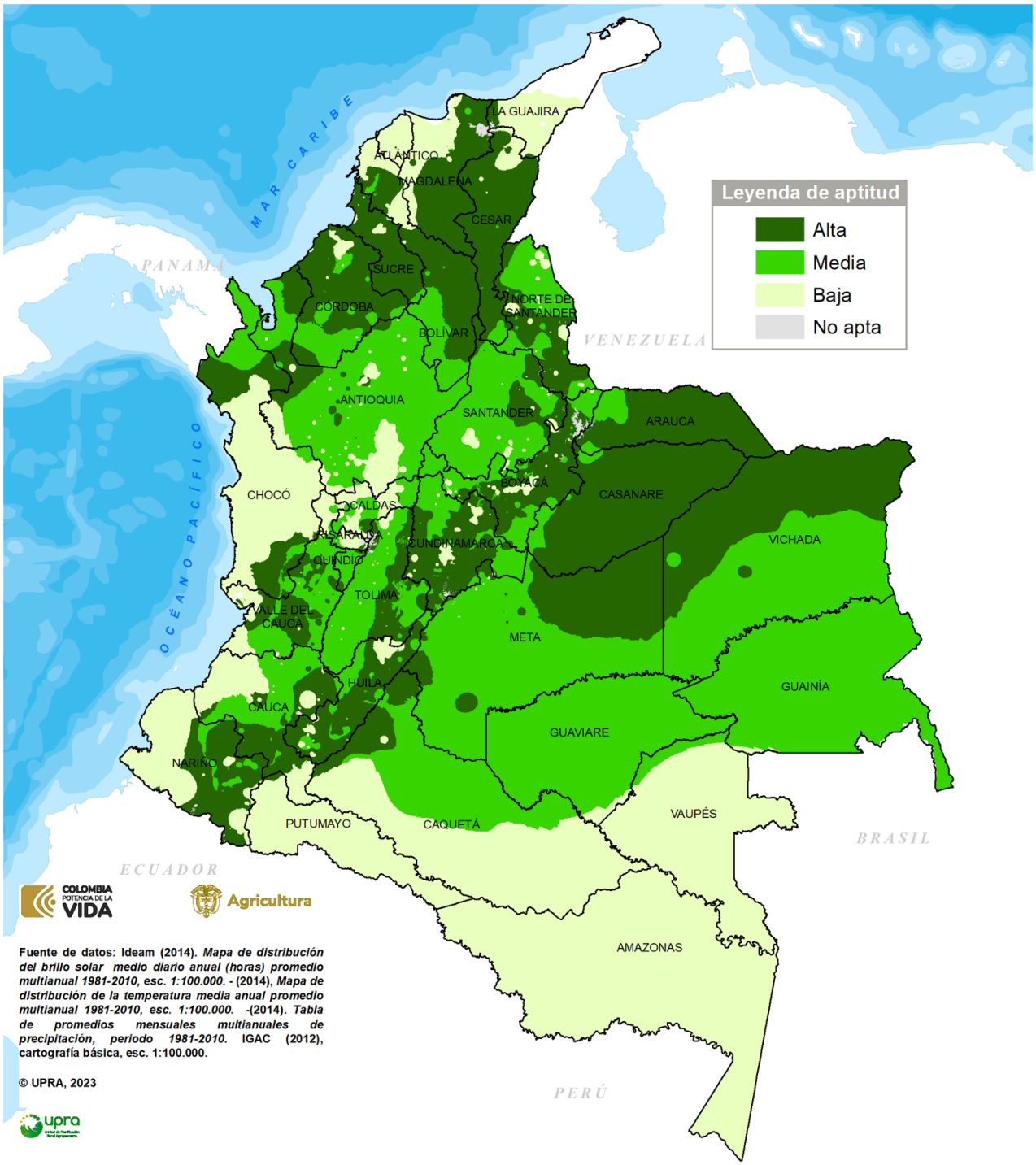
_. (2014). *Mapa distribución del brillo solar medio diario anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). *Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution*. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000)*. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

1.1.1. Variable *temperatura media anual*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (Ovis aries) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. 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 transmitir calor a su alrededor. Depende de la latitud y de la altitud, y se toma 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 del pasto está limitada por un rango de temperatura (en el que se encuentra el valor óptimo), fuera del cual se ve afectada. Los efectos acumulativos de la temperatura tienen directa incidencia en el crecimiento y desarrollo de los pastos. Conocer la distribución espacial anual de la temperatura del aire es fundamental para la zonificación, ya que es la base para definir áreas con condiciones térmicas diferenciales y permite establecer zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apta (N1) para el cultivo del pasto.

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 según los requerimientos térmicos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher, 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (raigrases)	12-15	10- 12; 15-18	6-10	<6 - >18
2 (kikuyo)	12-15	10-12 - 15-18	8-10	<8 - >18
3 (angleton 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

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 actual de trabajo está hasta el 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 el 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica 1981-2010. 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 en el territorio nacional.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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 Asoc iación Mexicana de Producción An imal-AMPA, (págs. 65-71). Tampico, México.

Baruch Z; Fisher J. (1998). Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México p.103- 142.

Bemal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo. Fondo ganadero, Bogotá.

Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www .cenicana .org/investigac i on/seica/Comp i ladolibros2016/Ag roclimatologi a cuantitativa cultivos.pdf>.

CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Tróp ico Americano.

_. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de: http://www.Corpoica.org.co:8086/ NetCorpoicaMVC/alimentro.

Doorembos J. y Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33. Roma: FAO.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www .fao.org/: http://www .fao.org/ nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

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.

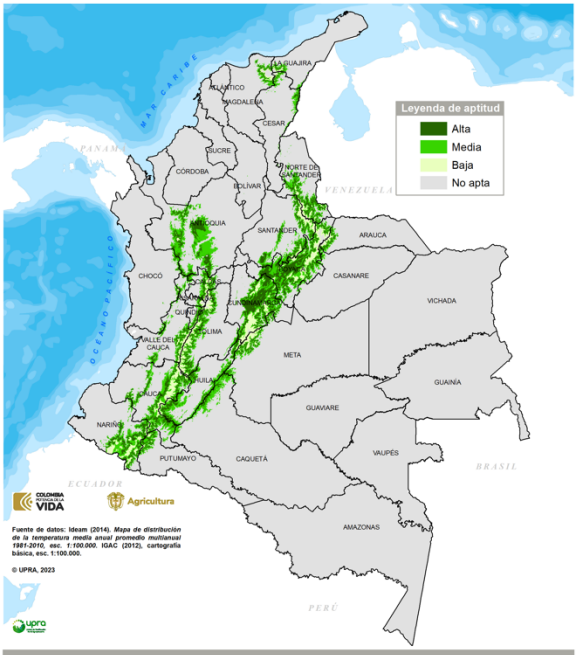
_. (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

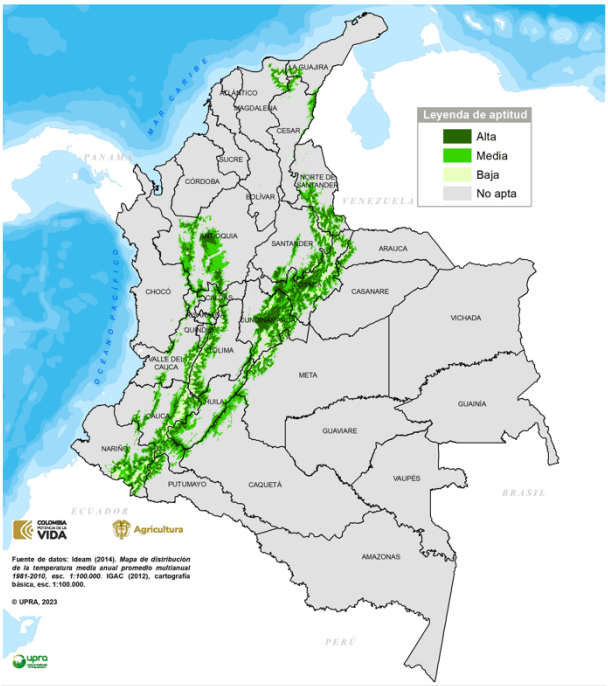
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali; CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá: UPRA.

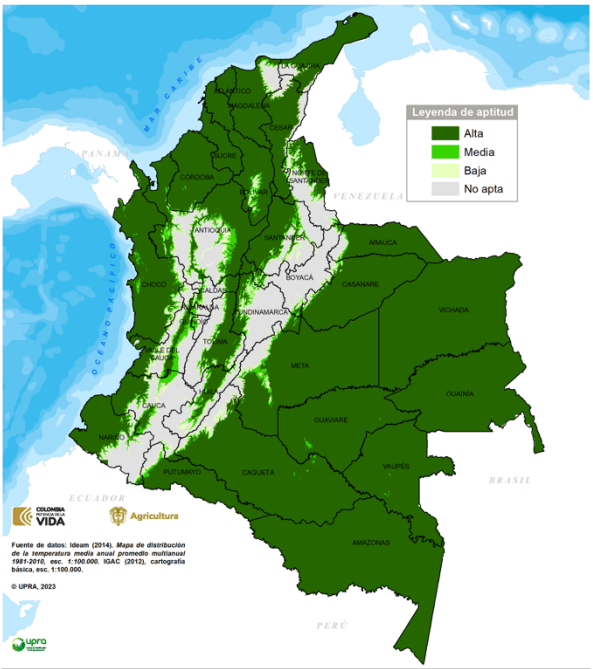
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



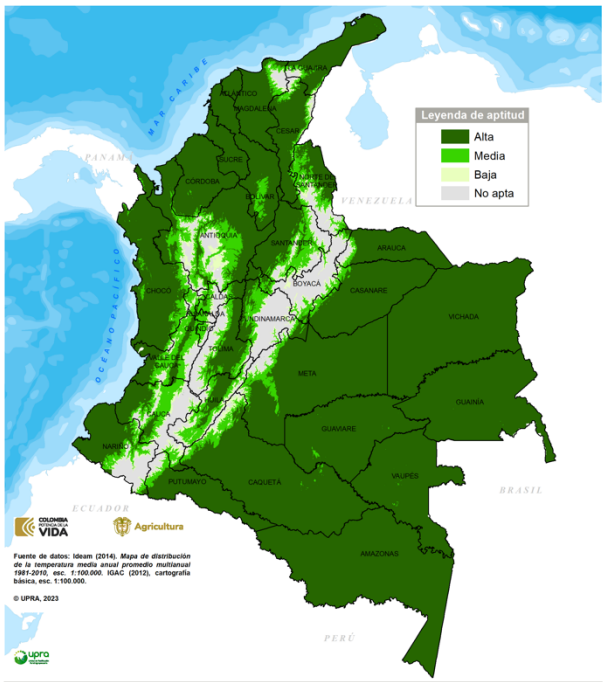
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 1
Variable temperatura media anual



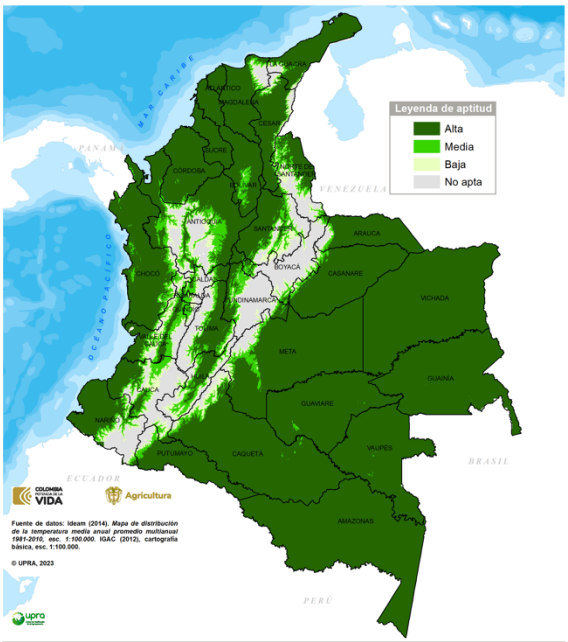
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 2
Variable temperatura media anual



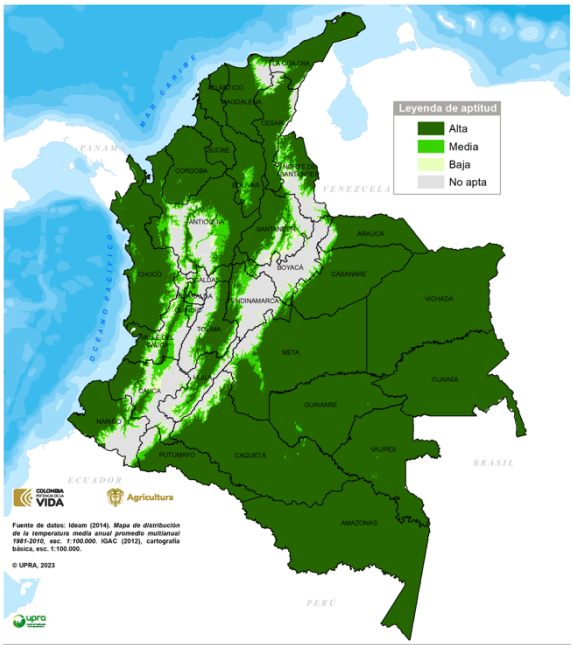
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 3
Variable temperatura media anual



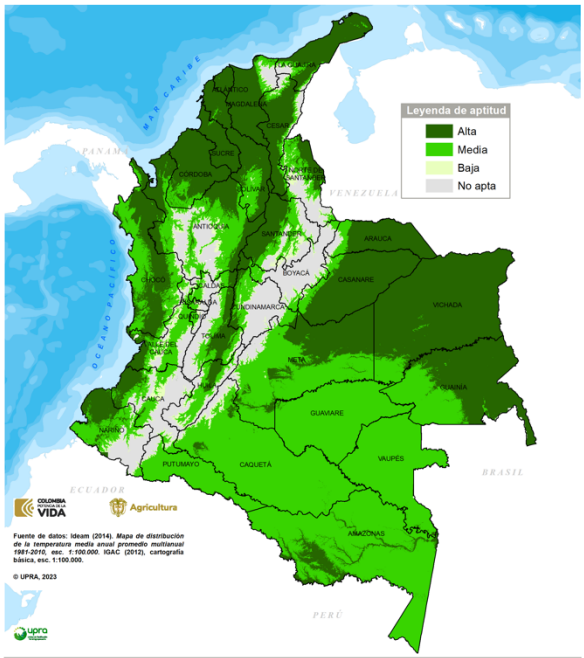
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 4
Variable temperatura media anual



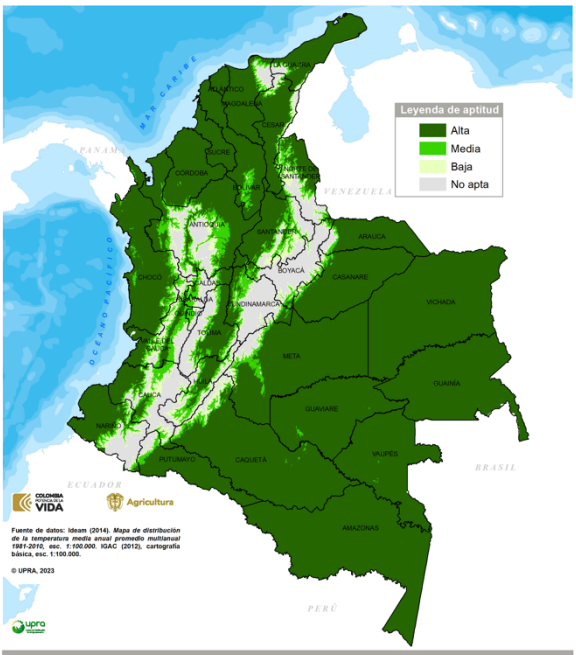
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 5
Variable temperatura media anual



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 6
Variable temperatura media anual



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 7
Variable temperatura media anual



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 8
Variable temperatura media anual

1.1.2. Variable *índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO ASOCIADO: *CONDICIONES CLIMÁTICAS*		
VARIABLE: *índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC)*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Índice de la relación mensual entre la evapotranspiración actual. Se refiere a la cantidad de agua que suministra la precipitación en determinado mes y que es evapotranspirada; y a la evapotranspiración del cultivo mensual llevado a una medida de tendencia anual y expresado en valores de 0 a 1.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Las necesidades de agua del cultivo son estimadas a través de la evapotranspiración y son suplidas en la medida que la precipitación esté disponible. Para este caso, se define como evapotranspiración actual, de allí que el índice muestra la relación. Cuando los valores estan cercanos a 1, las necesidades del cultivo están siendo compensadas y, en la medida en que este valor se aleja, aumentan los déficits de agua, lo cual afecta el establecimiento, crecimiento, desarrollo y producción de la planta. Para esta variable, se incluyó el término de evapotranspiración actual con un supuesto de equivalencia a la evapotranspiración real, lo cual permite realizar una inferencia entre la disminución del rendimiento relativo de las cosechas por agua y el déficit, sin incluir en el coeficiente de productividad que sería otro análisis.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se estableció como valor de exclusión técnica (N1) menos de 0,5 de IDHC, lo cual ocasiona estrés hídrico y, por lo tanto, imposibilidad para establecer el cultivo y permitir el crecimiento, desarrollo y producción.

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC)	Aptitud
>0,85	Alta (A1)
0,7-0,85	Media (A2)
0,5-0,7	Baja (A3)
<0,5	No apta (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 considerablemente poder 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.

Este análisis de humedad para el cultivo se centra únicamente en lo climático, pues excluye 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); segundo, porque la información de suelos con cubrimiento nacional corresponde a los estudios generales de suelos del país (escala 1:100.000) que contienen asociaciones como unidades cartográficas de suelos. De este modo, al no incluir en el modelo la capacidad de almacenamiento del suelo, no es conveniente incluir el almacenamiento anterior mes a mes, lo que lleva 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), que no se cuenta con un mapa nacional.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de esta variable se realizó en un sistema de información geográfico a través de mapas *raster* de precipitación, evapotranspiración de referencia y evapotranspiración del cultivo mes a mes. El índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) se calculó en función de la siguiente ecuación:

$$IDHc = [(ETa_{ene}/ETc_{ene})+(ETa_{feb}/ETc_{feb})..... (ETa_{dic}/ETc_{dic})]/12$$

$$ETa=ETc \text{ cuando } P \geq ETc \text{ y } ETa=P \text{ cuando } P<ETc$$

donde
P = precipitación mensual multianual;
ETc = evapotranspiración del cultivo mensual bajo condiciones estándar;
ETa = evapotranspiración actual, que se refiere a la cantidad de agua que suministra la precipitación en tal mes y es evapotranspirada. Lo anterior se generó a partir de la normal climatológica 1981-2010. Por su parte, la evapotranspiración del cultivo (*ETc*) es:

$$ETc = Kc * ETo$$

donde

Kc = coeficiente hídrico del cultivo de pastos (1,0);
ETo = evapotranspiración de referencia mensual (demanda de evapotranspiración de la atmósfera en función de un cultivo de referencia, específicamente, el pasto con una altura de 0,12 metros, resistencia superfial de 70 sm^{-1} y un albedo de 0,23).

Una vez calculados los valores de IDHC mensuales multianuales desde enero hasta diciembre, fueron llevados a un promedio anual.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Distribución del índice de disponibilidad de humedad (IDH) en el territorio nacional

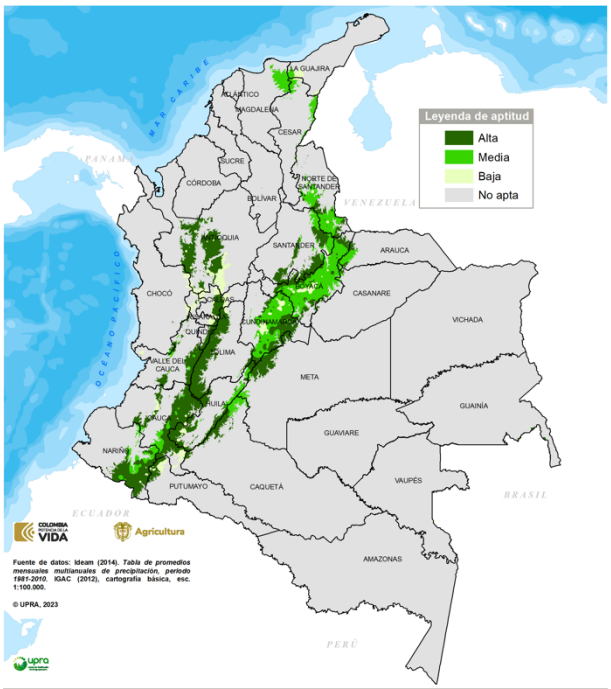
FUENTES DE INFORMACIÓN

Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.

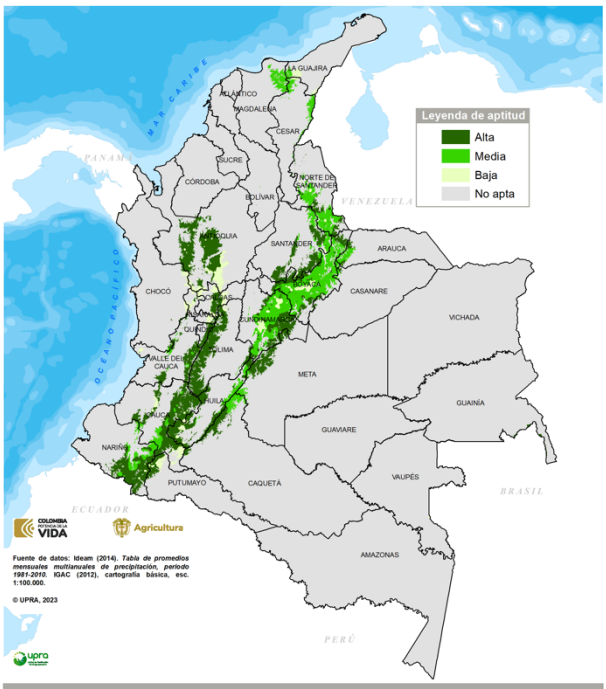
Ideam. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

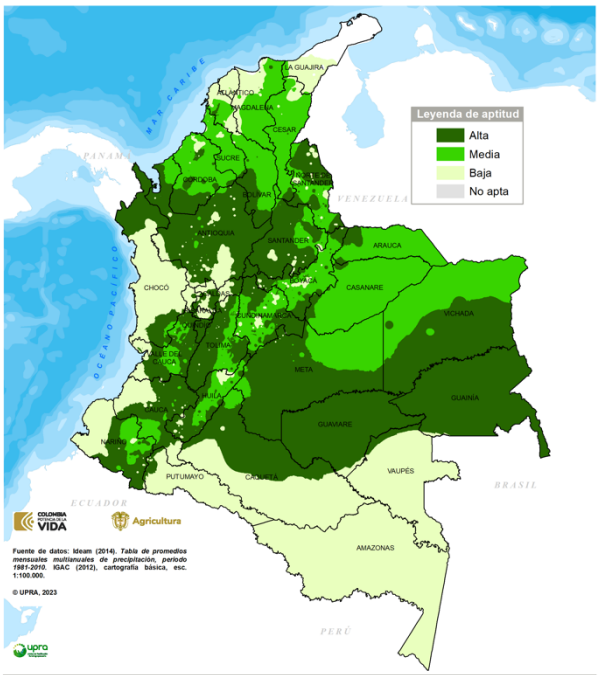
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



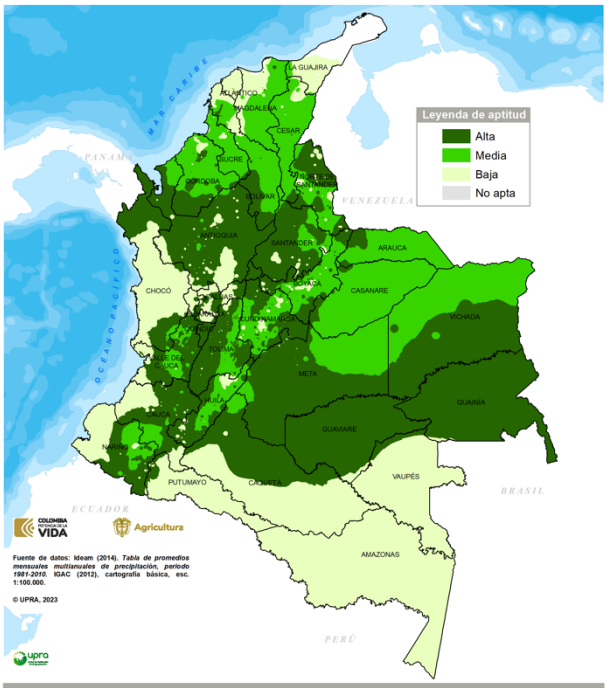
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 1
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



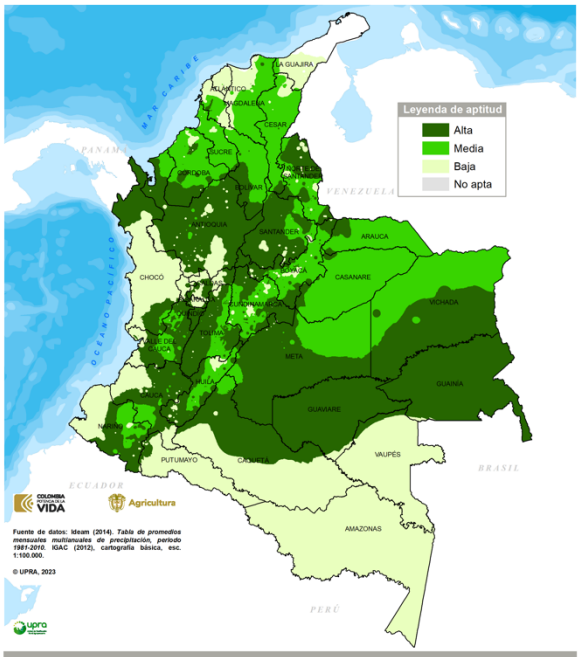
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 2
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



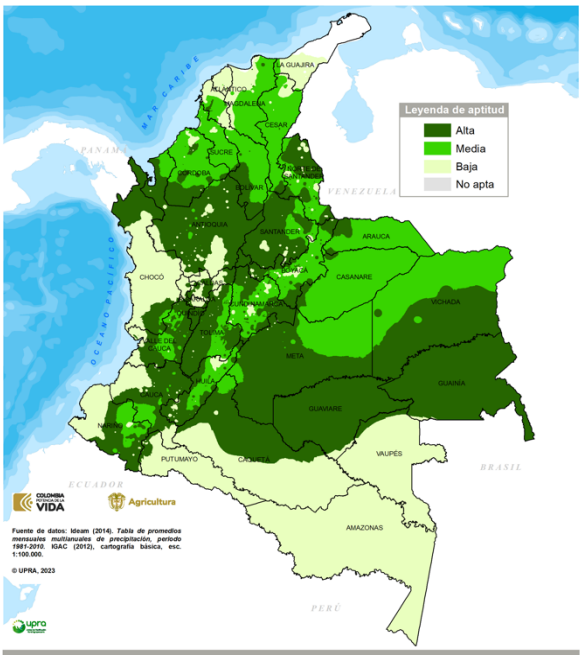
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 3
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



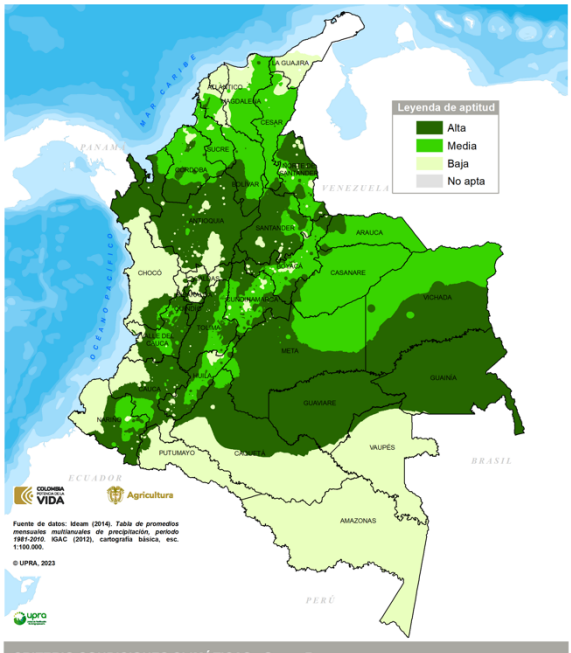
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 4
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



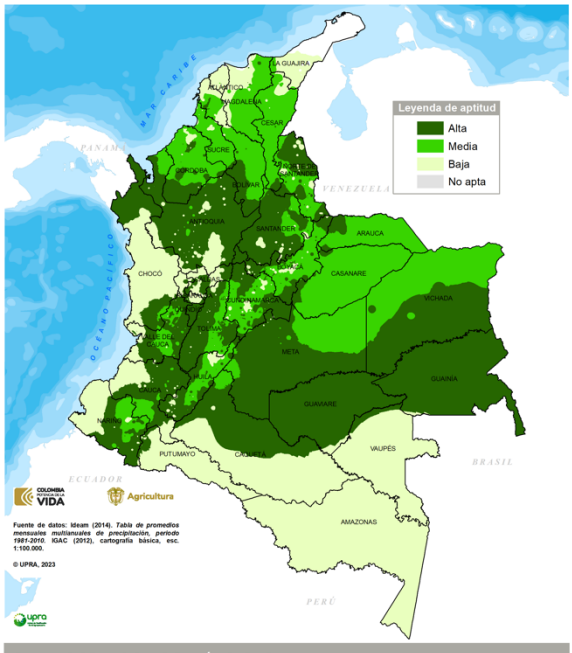
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 5
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 6
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 7
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 8
Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc)

1.1.3. Variable *brillo solar medio diario anual*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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, por tanto, 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 según los requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher, 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994).

Grupos de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (raigrases)	>3	2-3	<2	–
2 (kikuyo)				
3 (angleton y climacuna)	>4	3-4	<3	–
4 (estrellas)				

5 (admirable, alemán y braquipará)				
6 (guineas)				
7 (brachiarias)				
8 (humidícola)				

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 sólo está hasta el 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición de insolación actual del país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información utilizada para las unidades de brillo sola, se tomó del mapa de isohelias anuales elaborado por el Ideam (2014) a escala 1:100.000, el cual se basa en laa serie histórica 1981-2010. 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 de meses secos consecutivos en el territorio nacional.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2)* 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, y Fisher J. (1998). Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: 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.

Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.

CIAT. (1997). 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: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

Doorembos J, y Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33. Roma: FAO.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

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.

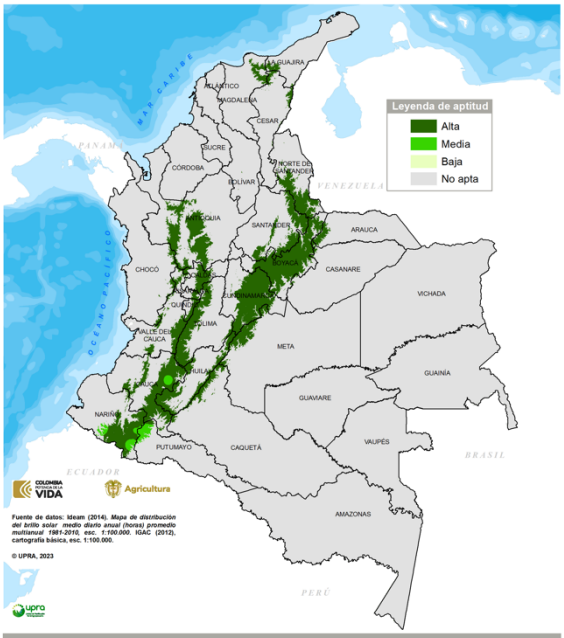
_. (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

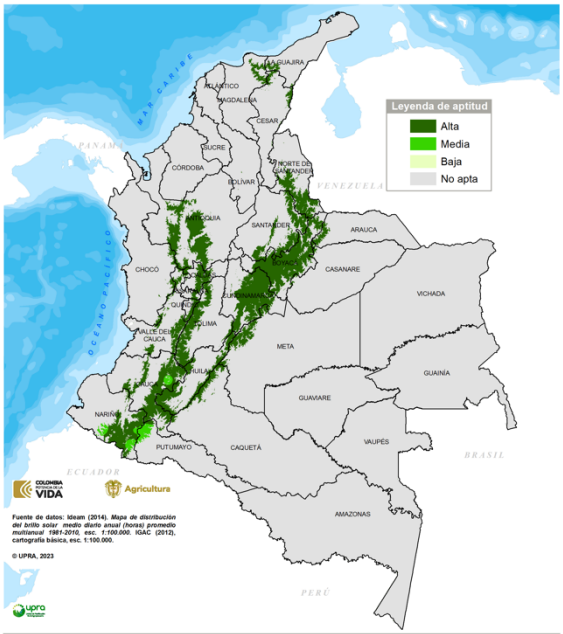
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000), Bogotá: UPRA.

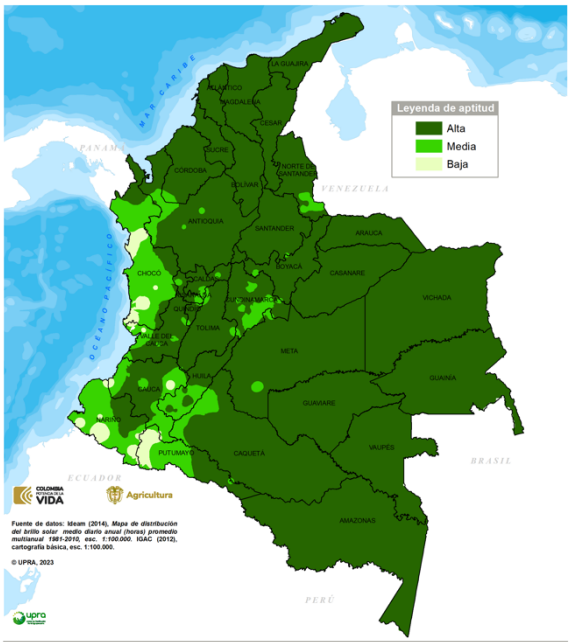
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



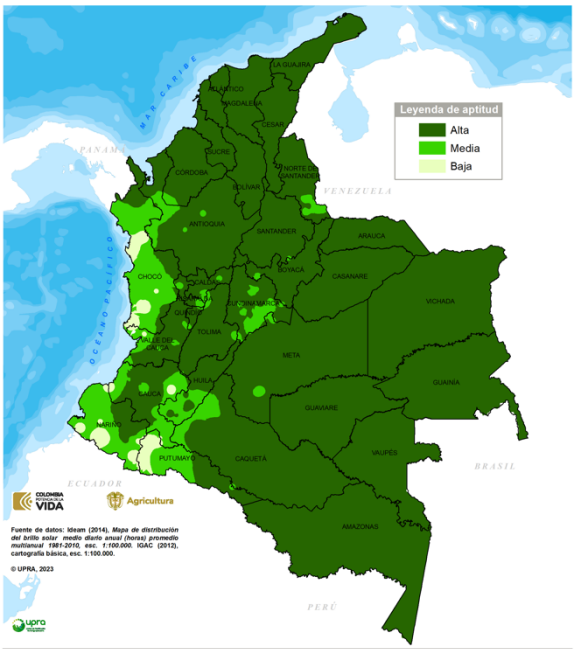
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 1
Variable brillo solar medio diario anual



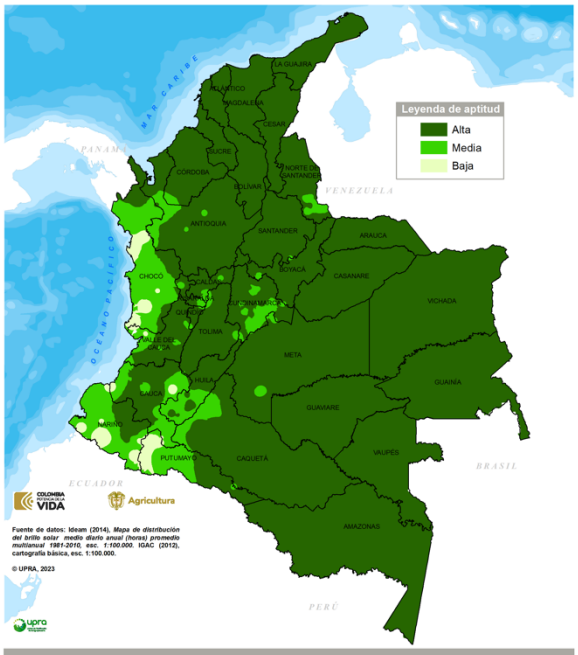
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 2
Variable brillo solar medio diario anual



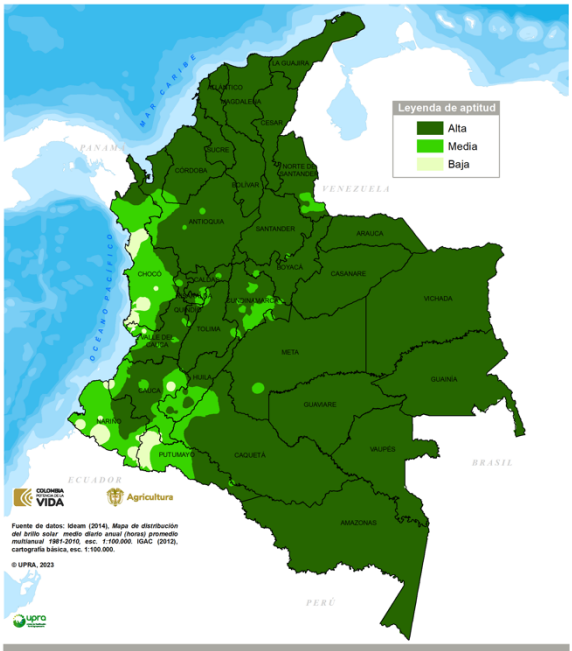
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 3
Variable brillo solar medio diario anual



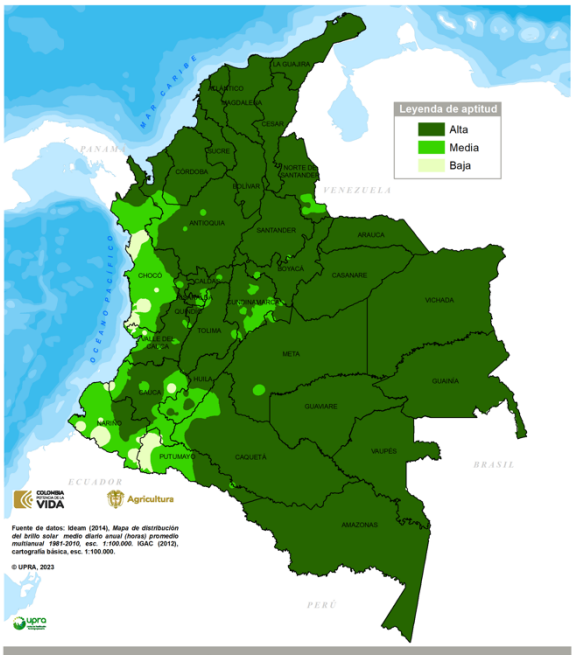
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 4
Variable brillo solar medio diario anual



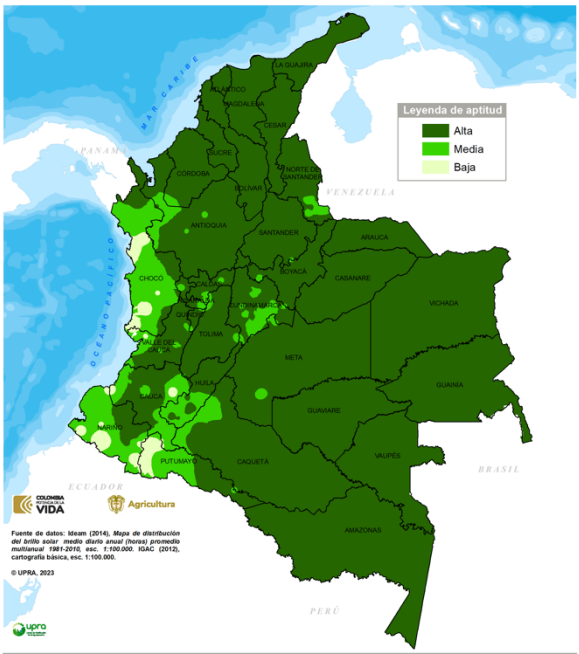
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 5
Variable Brillo solar medio diario anual



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 6
Variable brillo solar medio diario anual



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 7
Variable brillo solar medio diario anual



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS - Grupo 8
Variable brillo solar medio diario anual

1.2. Criterio *disponibilidad de nutrientes*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: *DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Acidez (pH), expresada en rangos de 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 y en un balance apropiados para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento 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 frente a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de los pastos

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

En la medida en que los suelos tengan mayores contenidos de nutrientes, es decir, que cuenten con alta saturación de bases y alta capacidad de intercambio catiónico, las plantas los obtendrán de forma fácil y oportuna, lo cual se verá reflejado en un buen desarrollo de los pastos y abundante follaje (UPRA, 2013). Además, cuando las plantas están bien desarrolladas, tienen mayores defensas contra los ataques de las plagas y enfermedades.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

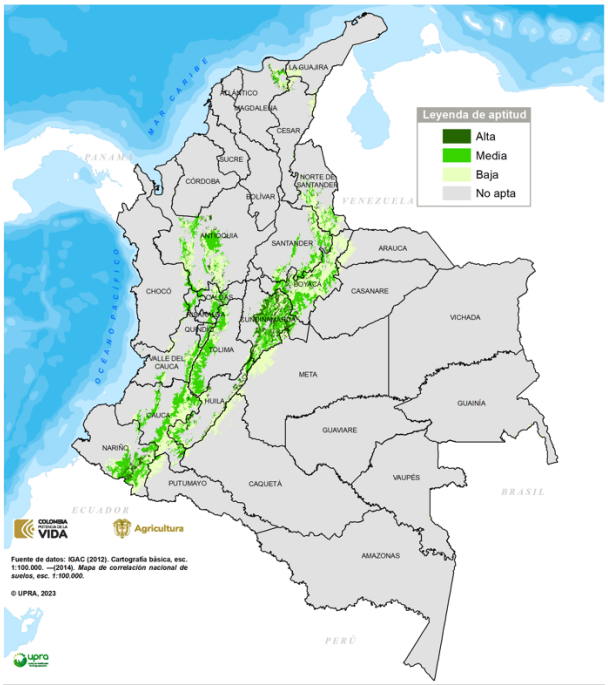
No se consideran áreas donde la baja cantidad de nutrientes limiten el establecimiento de pasturas; solamente que en sectores donde éstos son muy bajos o los costos de adecuación con enmiendas resultan muy elevados, lo cual compite a corto y mediano plazo con la rentabilidad del cultivo de pastos.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

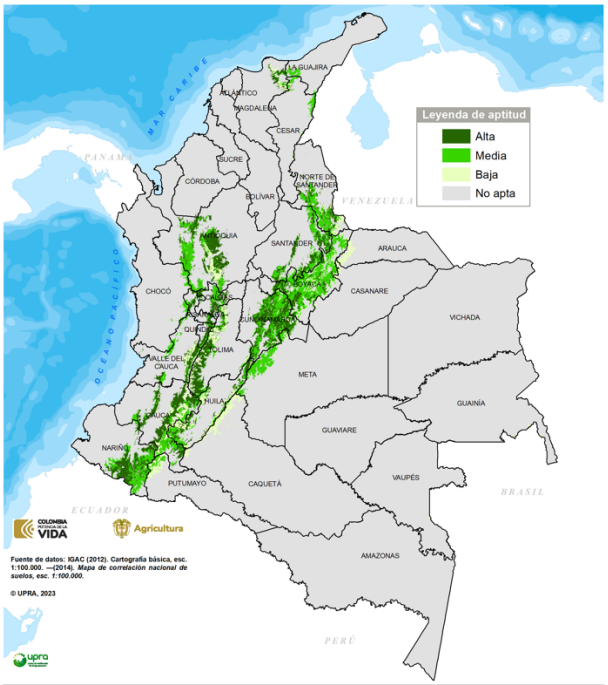
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, para cada una de cuyas variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad. Esto significa que dentro en ella existen áreas de diversos tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que corresponden a aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

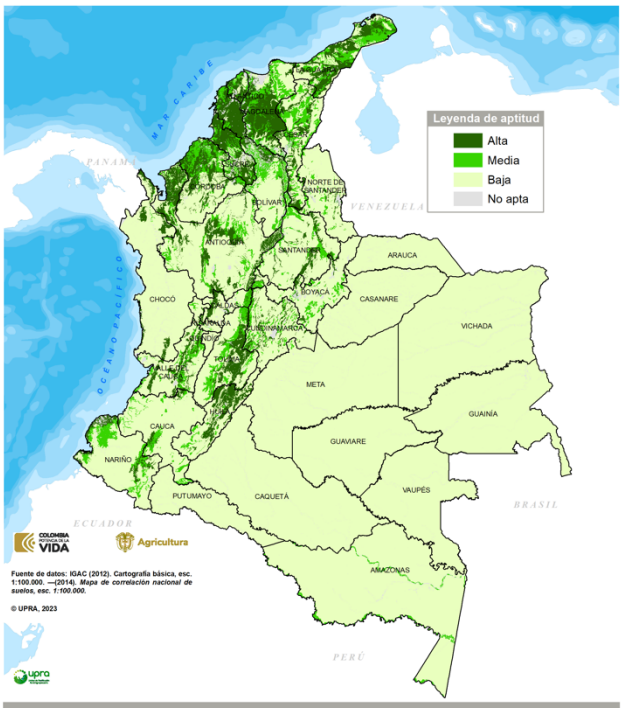
El criterio de disponibilidad de nutrientes por agrupación de pasturas se definió a partir de una suma ponderada (0,4 * saturación de bases + 0,2 * capacidad de intercambio catiónico (CIC) + 0,3 * acidez (pH) + 0,1 * carbono orgánico) y la clasificación por *natural breaks*. La información para las variables que conforman este criterio se obtuvo del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Aquí se encuentran los contenidos de los elementos mayores y las variables que son responsables del almacenamiento, como la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y el pH, factor que determina la disponibilidad de cada uno de los elementos. El resultado de integración por agrupación se muestra a continuación:



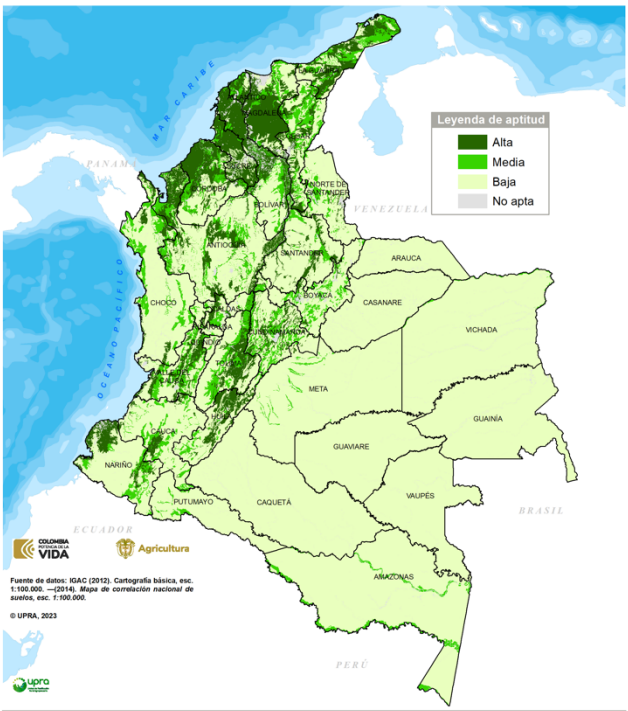
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 1



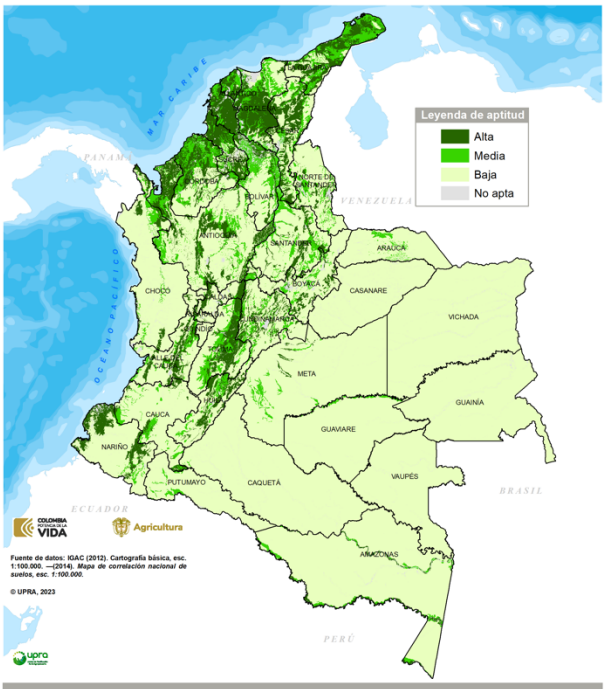
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 2



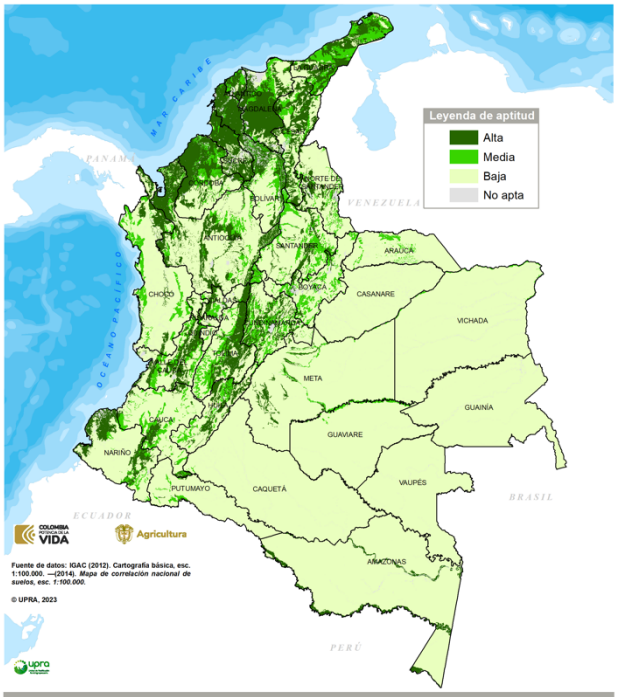
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 3



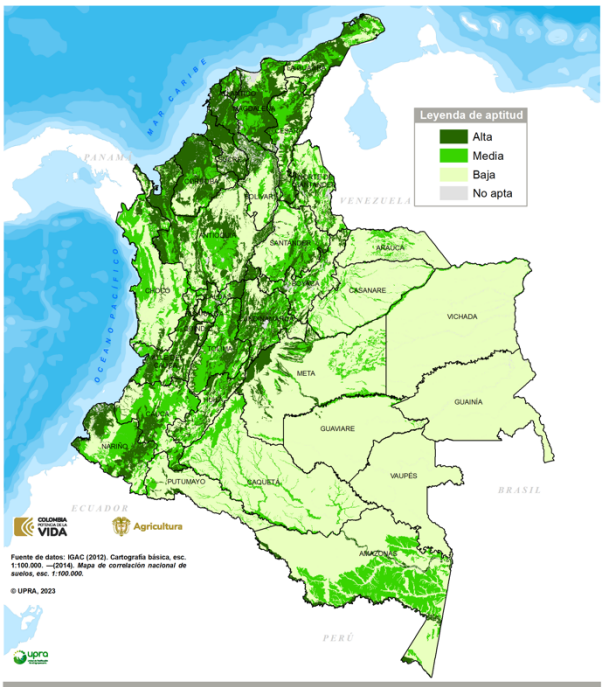
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 4



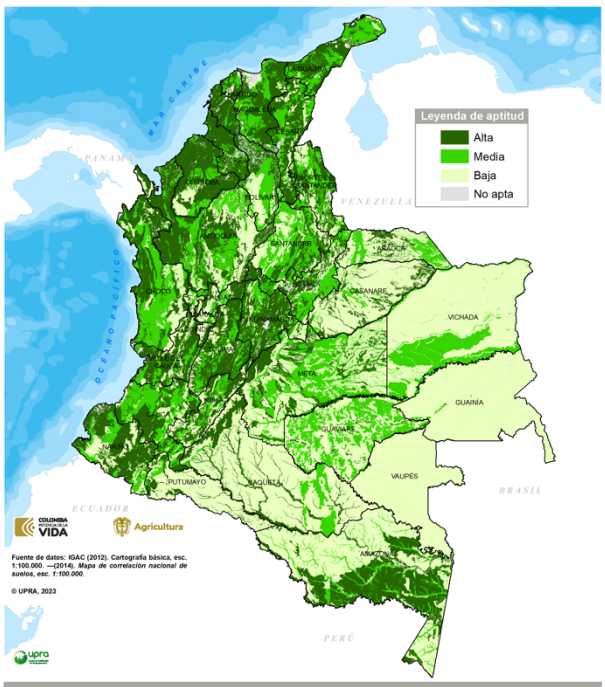
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 5



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 6



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 7



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 8

Posteriormente, cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno sólo a través de un análisis jerárquico (AHP), como se muestra en la siguiente tabla:

Integración del criterio	
Agrupaciones	Pesos
Grupo 1(raigrases)	0,132
Grupo 2 (kikuyo)	0,088
Grupo 3 (angleton 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

Las clases de aptitud son el resultado de una ponderación, en el que se otorga un valor representativo a cada una de las variables que conforman el criterio, expresado en porcentaje, que representa la importancia en el desarrollo del cultivo (pH = 30 %, CIC = 30 %, carbono orgánico = 20 % y saturación de bases = 20 %). A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio

disponibilidad de nutrientes, para el que se tuvieron en cuenta los requerimientos nutricionales de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; Lapointe y Miles, 1992; Bernal, 1994; Argel, 2005; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013; Corpoica, 2017).

Criterio de calificación	Aptitud
Se presentan las condiciones ideales por disponibilidad de nutrientes para el establecimiento de pastos para la producción ovina	Alta (A1)
Se presentan limitaciones moderadas por disponibilidad de nutrientes para el establecimiento de pastos para la producción ovina	Media (A2)
Se presentan limitaciones fuertes por disponibilidad de nutrientes para el establecimiento de pastos para la producción ovina	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

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. Mexico.

CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: 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: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

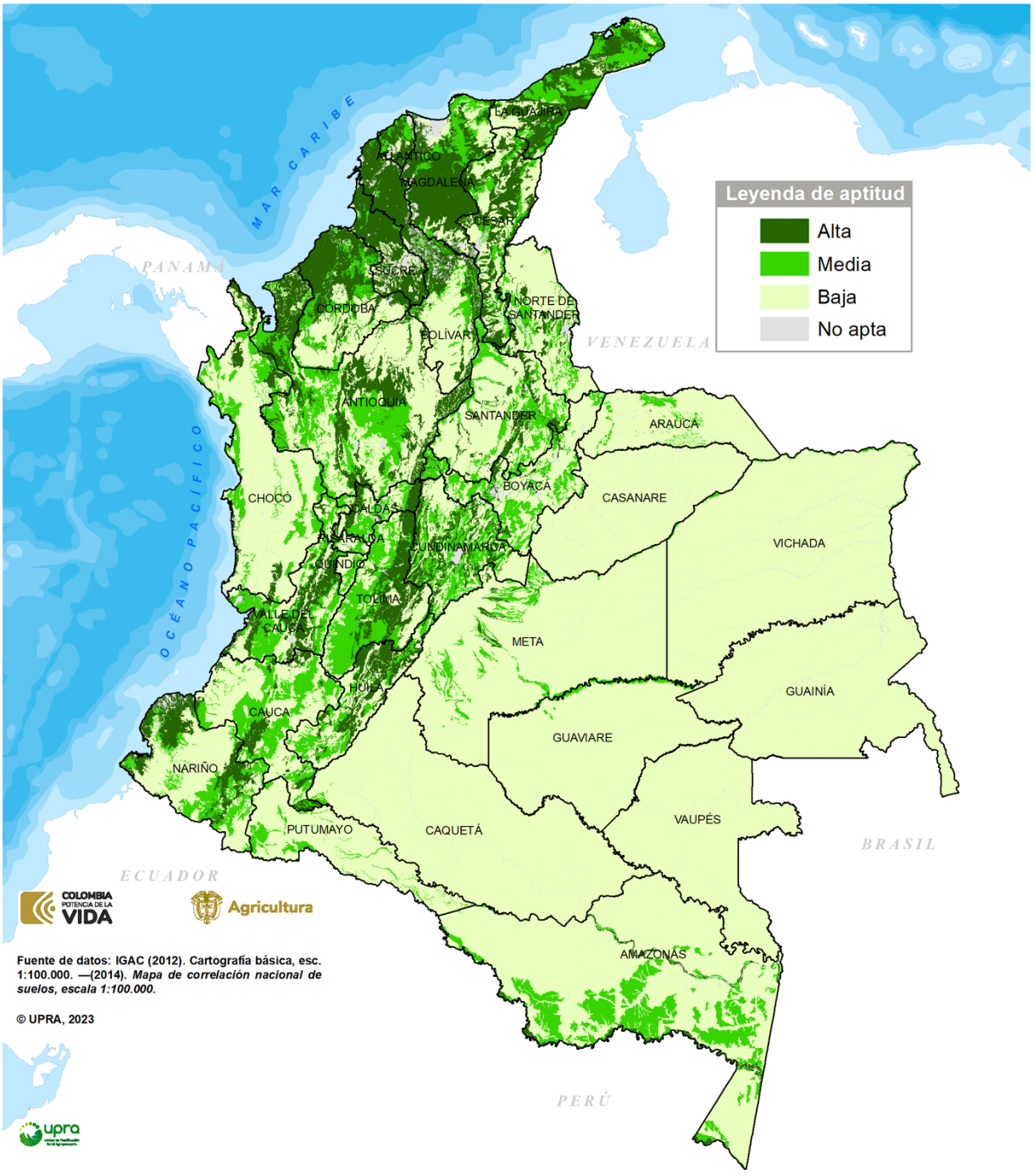
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

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: UPRA.

USDA. (1961) Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

1.2.1. Variable *acidez (pH)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: *DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES*		
VARIABLE: *acidez (pH)*	UNIDAD DE MEDIDA: rangos de pH	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Concentración de H^+ y OH^- en la solución del suelo, que define el grado de acidez o alcalinidad, expresado como un valor de pH (Soil Science Society of America [SSSA], 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), así como en la productividad del suelo. Los elementos nutritivos presentan rangos particulares de pH en los que su absorción por parte de los pastos es ideal; fuera de este rango, la absorción radicular se dificulta. El sistema radicular de las plantas puede verse afectado cuando los valores de pH son extremos.

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, 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 (en el que se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad), existen áreas de diversos tamaños que tienen pH diferente al componente calificado, es decir, 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 los requerimientos, (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994). Los rangos de aptitud se pueden consultar en la siguiente tabla:

Grupos de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
1 (raigrases)	5,5-6,5	5,0-5,4; 6,6-7,8	<5,0 y >7,8	—
2 (kikuyo)	5,0-6,5	4,5-4,9; 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	—
3 (angletón y climacuna)	6,0-7,5	5,5-5,9; 7,6-7,8	<5,5 y >7,8	—
4 (estrellas)	6,0-7,5	5,5-5,9; 7,6-7,8	<5,5 y >7,8	—
5 (admirable, alemán y braquipará)	6,0-7,3	5,5-5,9; 7,4-8,4	<5,5 y >8,4	—
6 (guineas)	5,8-7,3	5,0-5,7; 7,4-7,8	<5,0 y >7,8	—
7 (brachiarias)	5,0-6,5	4,5-4,9; 6,6-7,3	<4,5 y >7,3	—
8 (humidícola)	4,8-5,5	3,8-4,7; 5,6-7,3	<3,8 y >7,3	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

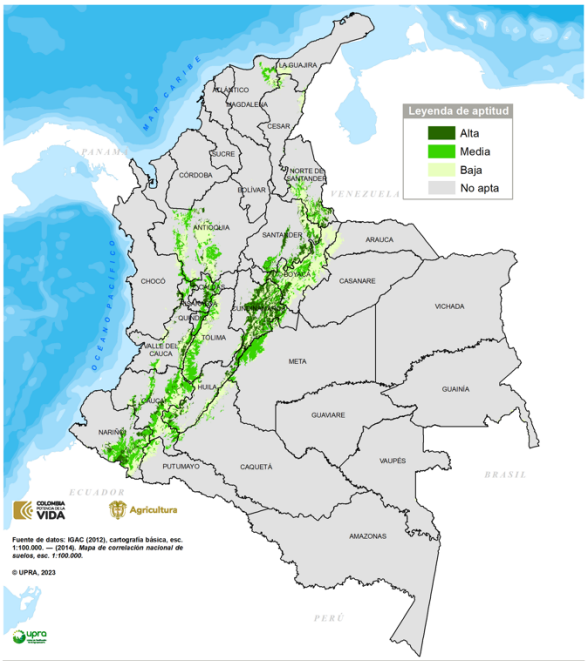
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

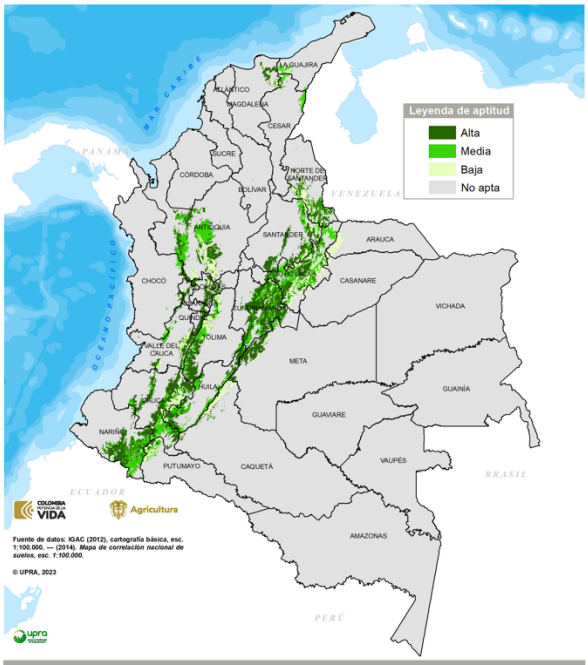
Soil Science Society of America. Glossary of Soils Science Terms. (2018). Soils sustain life. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

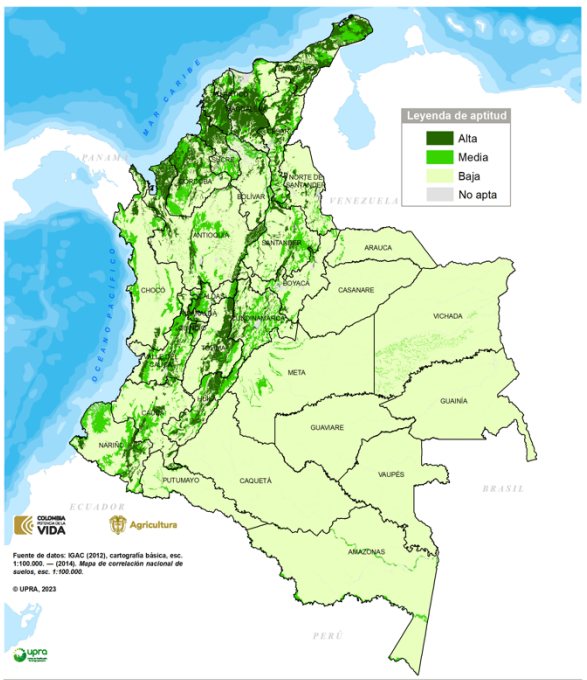
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



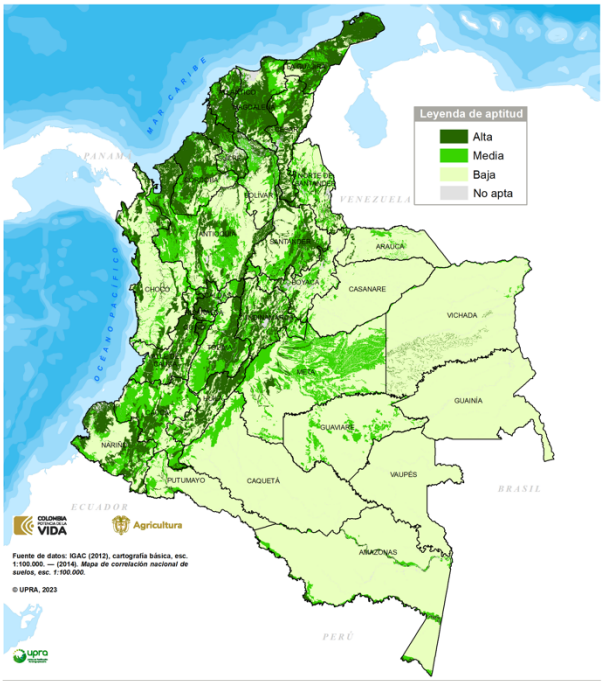
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 1
Variable acidez (pH)



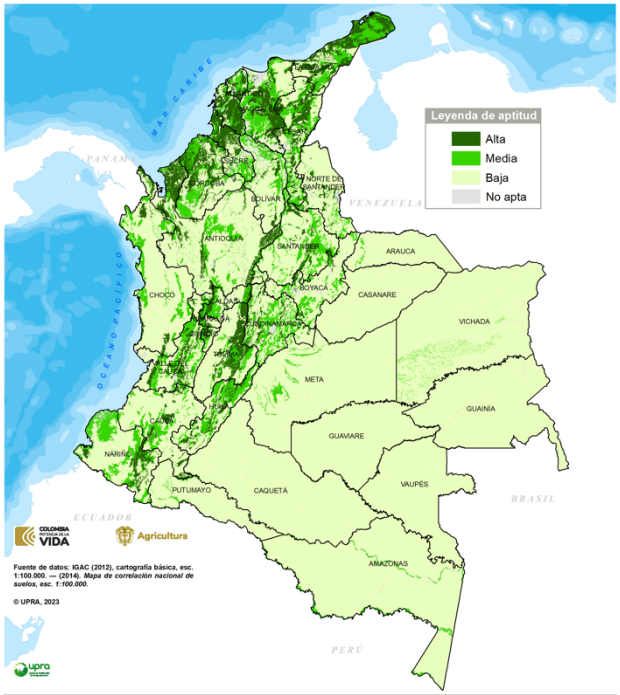
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 2
Variable acidez (pH)



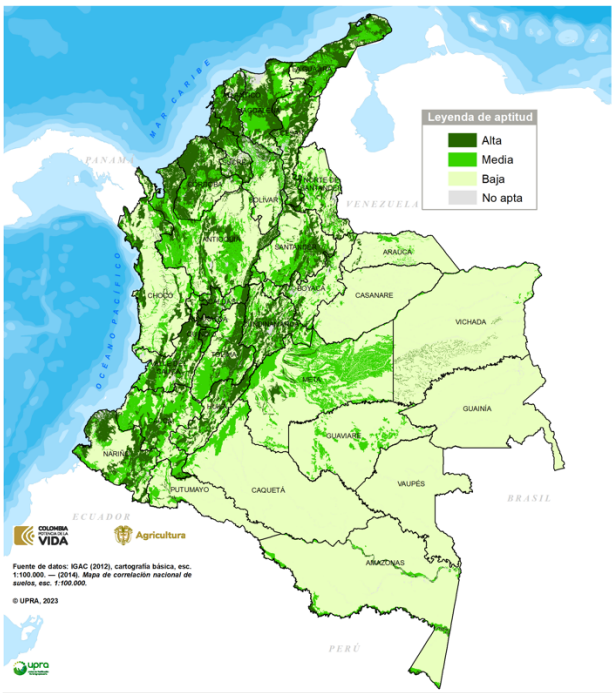
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 3
Variable acidez (pH)



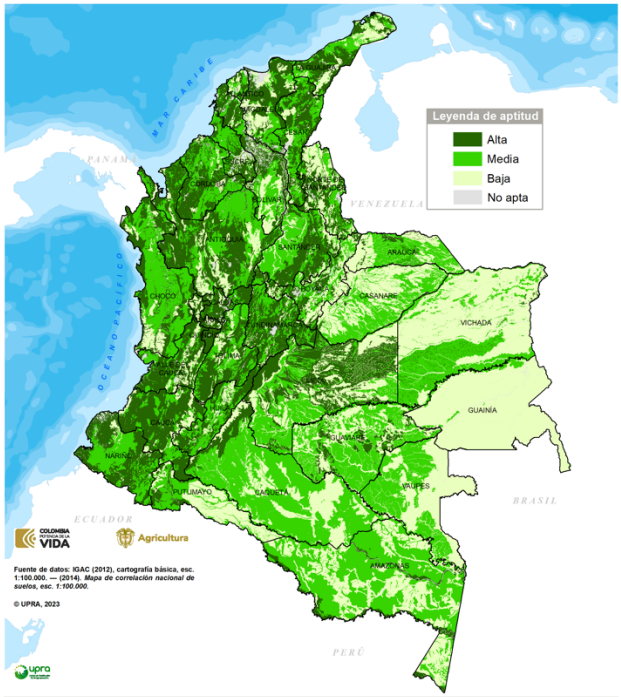
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 4
Variable acidez (pH)



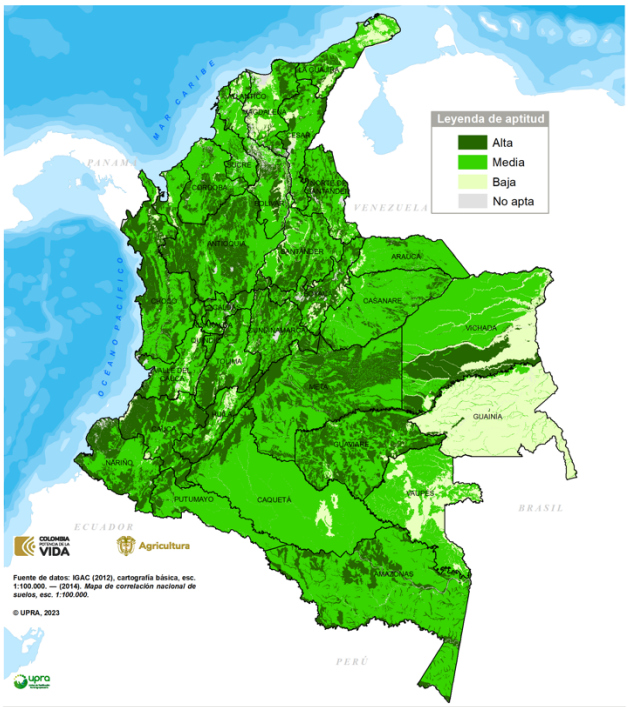
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 5
Variable acidez (pH)



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 6
Variable acidez (pH)



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 7
Variable acidez (pH)



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 8
Variable acidez (pH)

1.2.2. Variable *capacidad de intercambio catiónico (CIC)*

<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 DE CARNE OVINA (Ovis aries) 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: capacidad de intercambio catiónico (CIC)</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: cmol/kg de suelo</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

De acuerdo con Chapman (como se citó en Malagón, 1995), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo, dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por los provenientes de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico y usualmente se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo, centimoles por kilogramo de suelo o milimoles de carga por kilogramo 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 gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide directamente sobre la fertilidad de los suelos, pues afecta la productividad de las pasturas, dada la 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 pastos 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, según las cuales se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad. Esto significa que dentro de ella existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable *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 capacidad de intercambio catiónico 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 realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas según los requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher, 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994).

Grupos de pasturas	Aptitud			
	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 (angleton 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	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome, Italy.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

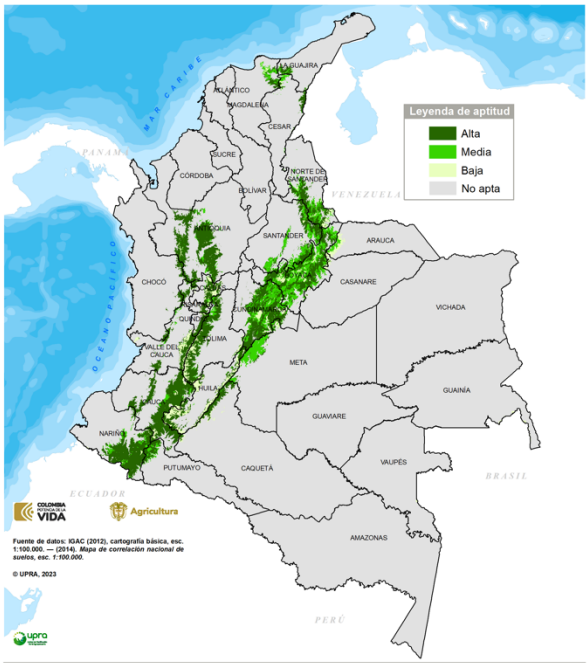
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali:: CIAT.

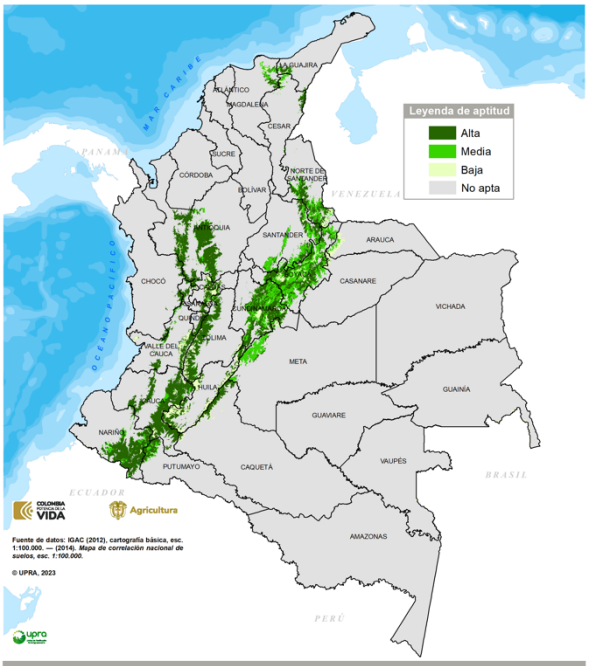
Malagón, D. (1995). Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso. Bogotá: IGAC.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

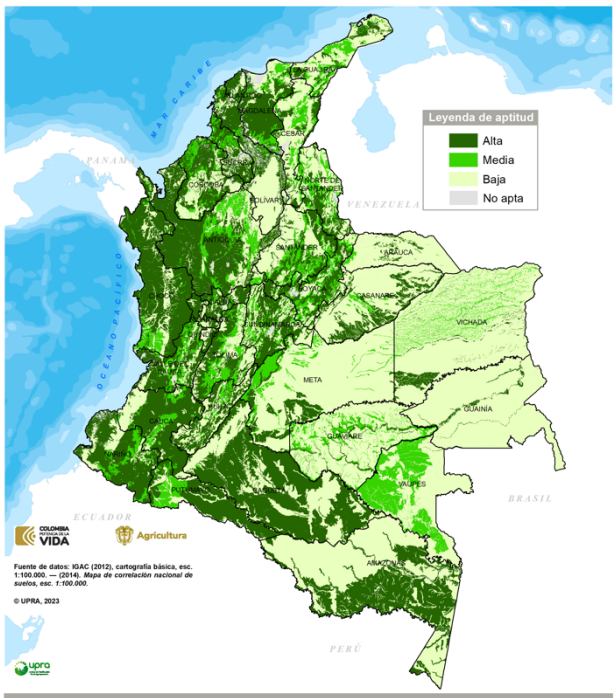
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



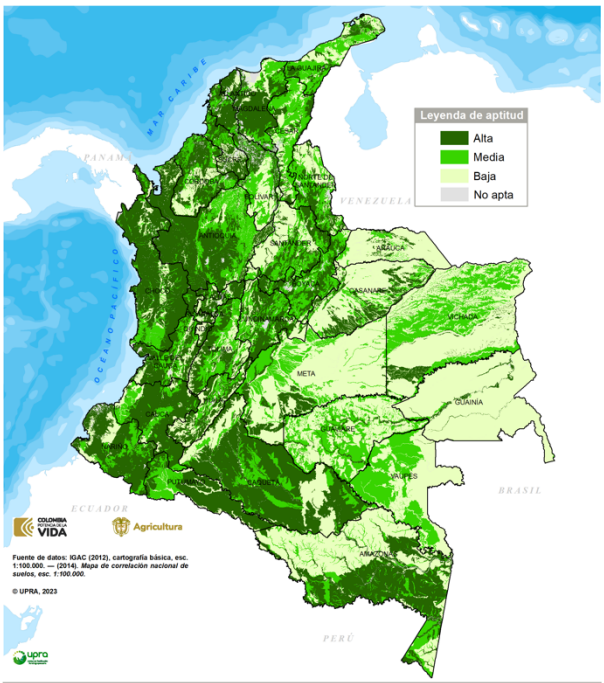
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 1
Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)



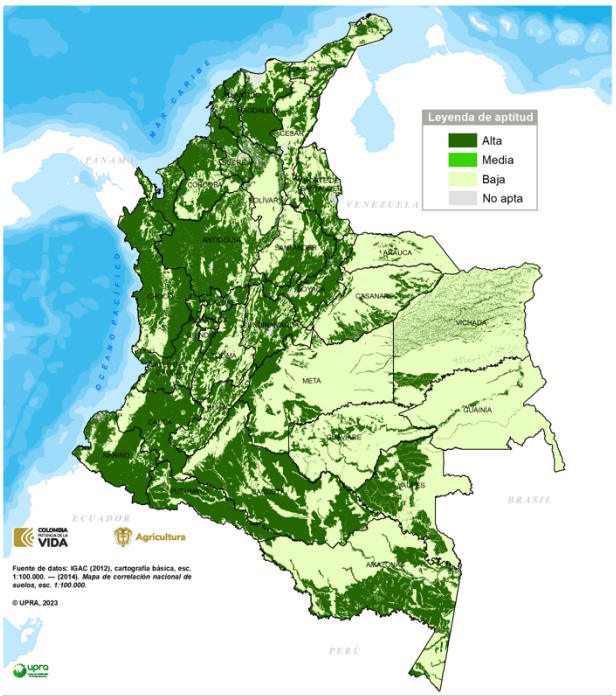
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 2
Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)



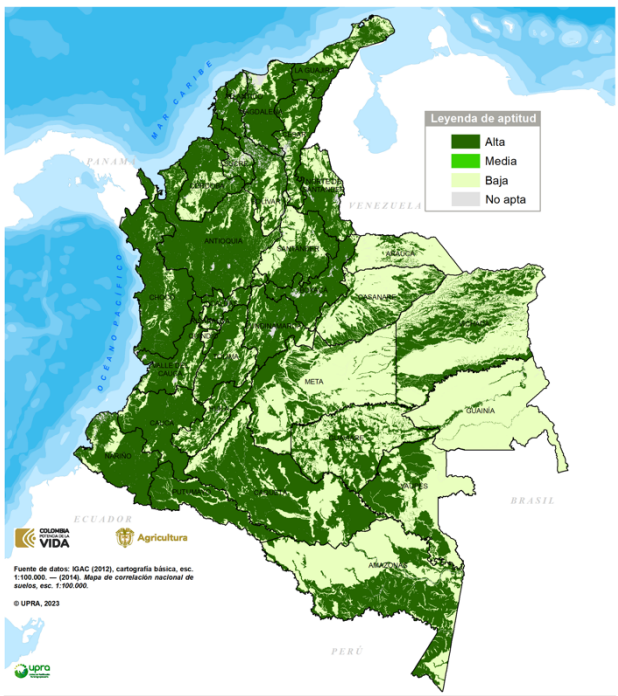
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 3 y 4
Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 5 y 6
Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 7
Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 8
Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)

1.2.3. Variable *saturación de bases*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 cationico. El valor de la saturación de la base varía si la CIC incluye sólo la acidez extraíble de la sal o la acidez total, determinada a pH 7 u 8. A menudo, se expresa como un porcentaje (SSSAmerica, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Estima directamente la cantidad de nutrientes esenciales disponibles en el suelo. No sólo afectan contundentemente la cantidad y calidad de forraje, sino que también determinan el tipo de pastura a establecer y el manejo químico de los suelos. Esta variable es fundamental en la ganadería extensiva en la que se aplican bajos insumos.

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, según las cuales se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad. Esto significa que dentro de ella existen áreas de diversos tamaños que tienen saturaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable de saturación de bases 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 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 (ICA, 1976; Bernal, 1994; Baruch y Fisher, 1997; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
	Porcentaje %			
1 (raigrases)	>35	10-35	<10	—
2 (kikuyo)	>35	10-35	<10	—
3 (angleton 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 (humídicola)	>10	5-10	<5	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

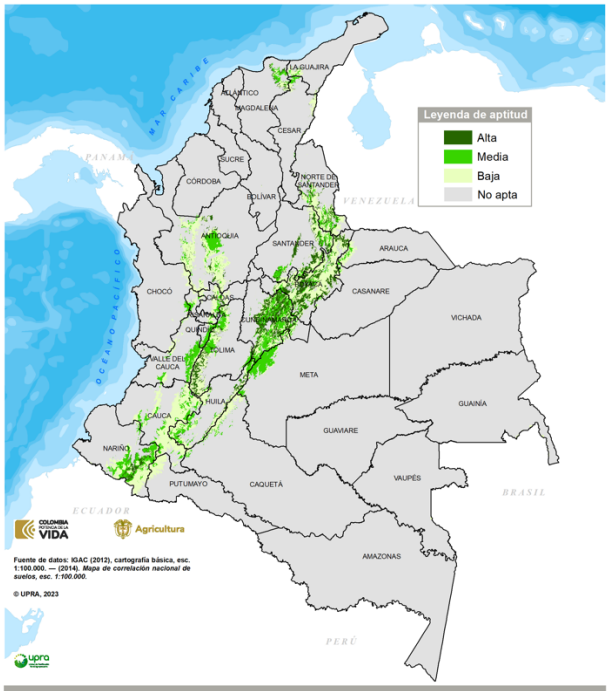
CIAT. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.

_. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

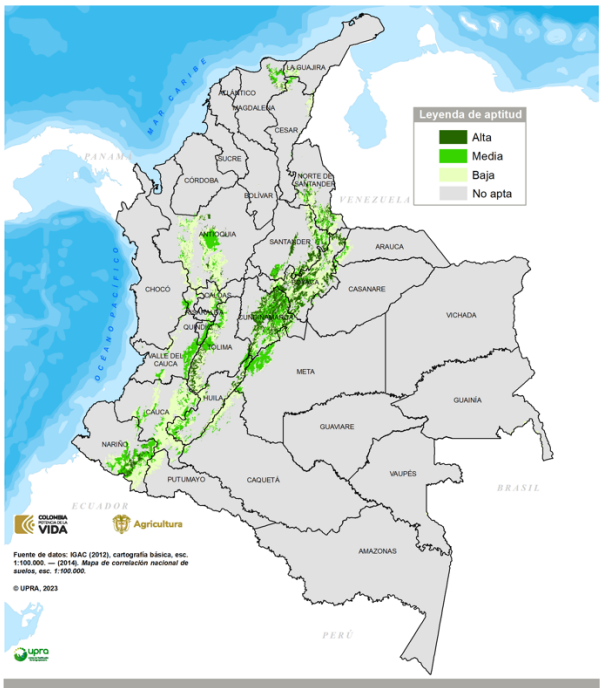
Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recupeperado de: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es
_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.
ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.
IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.
_. (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: 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: UPRA.

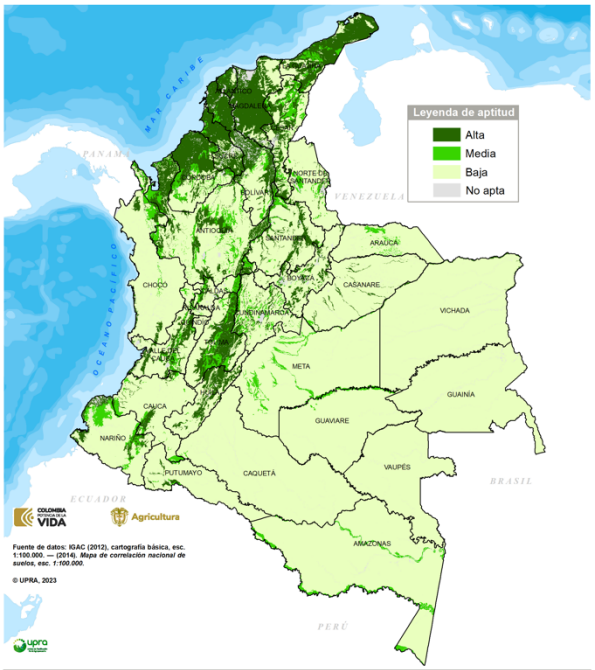
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



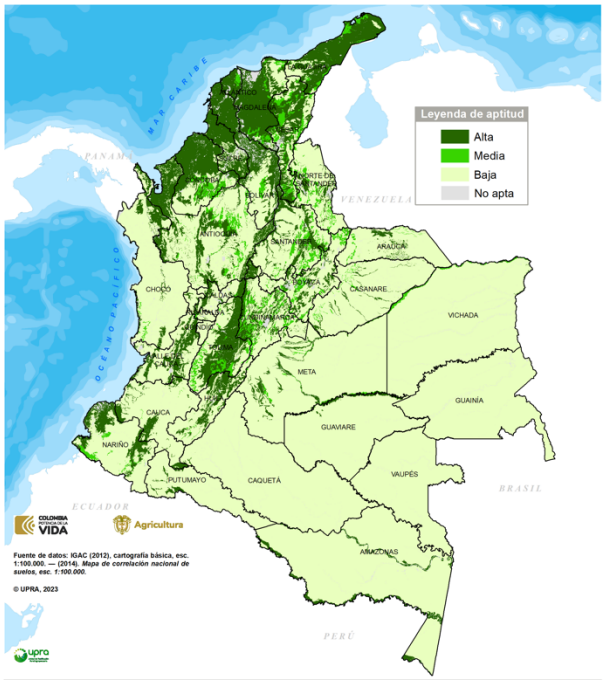
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 1
Variable saturación de bases



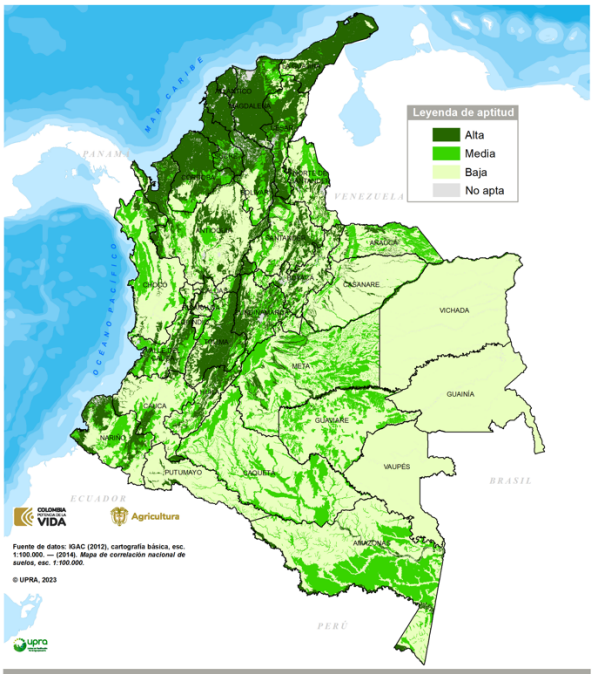
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 2
Variable saturación de bases



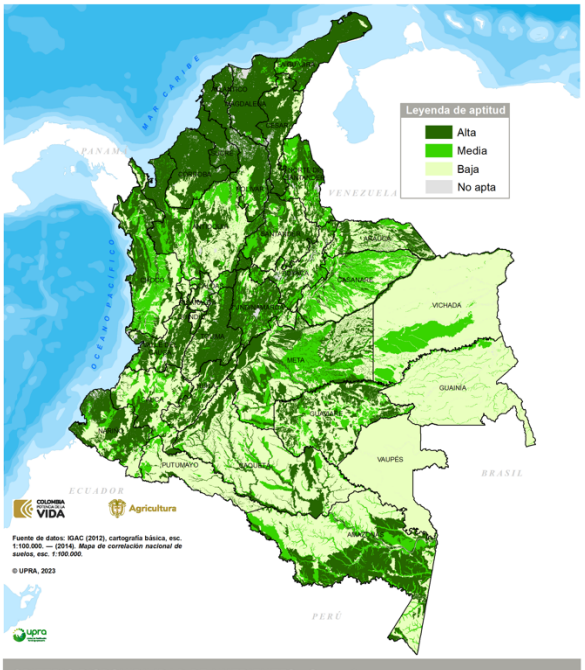
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 3 y 4
Variable saturación de bases



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 5 y 6
Variable saturación de bases



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 7
Variable saturación de bases



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 8
Variable saturación de bases

1.2.4. Variable *carbono orgánico*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 de forma muy condensada, casi como carbono elemental, es decir, carbón vegetal, grafito y carbón (Jackson, 1958). El carbono orgánico del suelo se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas, los cuales afectan las propiedades del suelo que se relacionan con el rendimiento sostenido de los cultivos. Se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes, al aportar elementos, como nitrógeno, cuyo aporte mineral es normalmente deficitario.

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 que aportan nitrógeno, cuyo resultado mineral por el suelo es escaso. 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 cuanto a las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto a lo biológico, el carbono es esencial, pues 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 (Aguilera, 2000; Borie et ál., 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 las unidades de tierras con bajo carbono orgánico se pueden mejorar aplicando materia orgánica para establecer pastos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, según la cual se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad. Esto significa que dentro de ella existen áreas de diversos tamaños que tienen saturaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes distintas.

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 que interfieren de 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 los requerimientos (ICA, 1976; Bernal, 1994; Baruch y Fisher, 1997; CIAT, 2010 y Arce et ál., 2013), como se puede observar en la siguiente tabla:

<table>
<tr><th rowspan="3">Grupo de pasturas</th><th colspan="4">Aptitud</th></tr>
<tr><th>Alta (A1)</th><th>Media (A2)</th><th>Baja (A3)</th><th>No apta (N1)</th></tr>
<tr><th colspan="4">Porcentaje (%)</th></tr>
<tr><td>1 (raigrases)</td><td>>4,0-≤10; andisoles > 4,0-≤15</td><td>≥2,7-≤ 4,0; >10; andisoles > 15</td><td><2,7; histosoles</td><td>—</td></tr>
<tr><td>2 (kikuyo)</td><td>>2,7-≤10; andisoles > 2,7-≤15</td><td>≥1,3-≤ 2,7; >10; andisoles > 15</td><td><1,3; histosoles</td><td>—</td></tr>
<tr><td>3 (angletón y climacuna)</td><td rowspan="6">>1,2-≤10</td><td rowspan="6">≥0,5-≤1,2; >10</td><td rowspan="6"><0,5; histosoles</td><td rowspan="6">—</td></tr>
<tr><td>4 (estrellas)</td></tr>
<tr><td>5 (admirable, alemán y braquipará)</td></tr>
<tr><td>6 (guineas)</td></tr>
<tr><td>7 (brachiarias)</td></tr>
<tr><td>8 (humidícola)</td></tr>
</table>

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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., & 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, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

Borie, G.; Aguilera, S. y Peirano, P. (1999). Actividad biológica en suelos. Frontera Agrícola 5 (1 y 2). p. 29-32.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

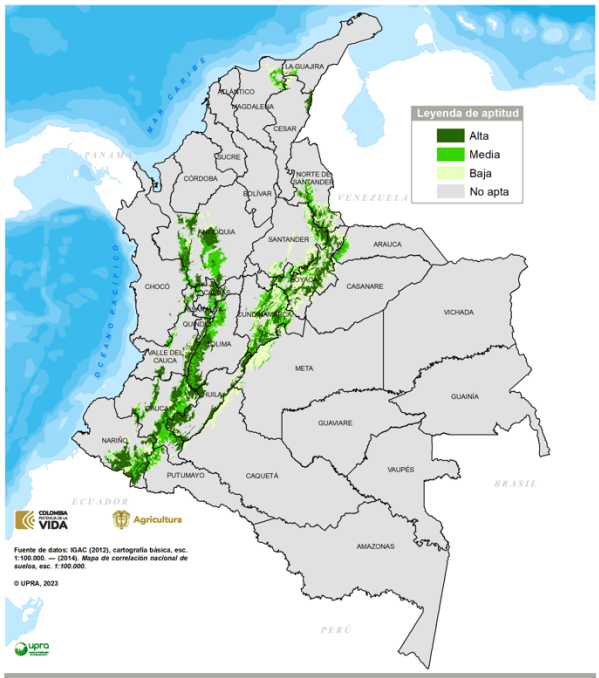
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Jackson, M.L. (1958). Soil chemical analysis. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J. p. 205.

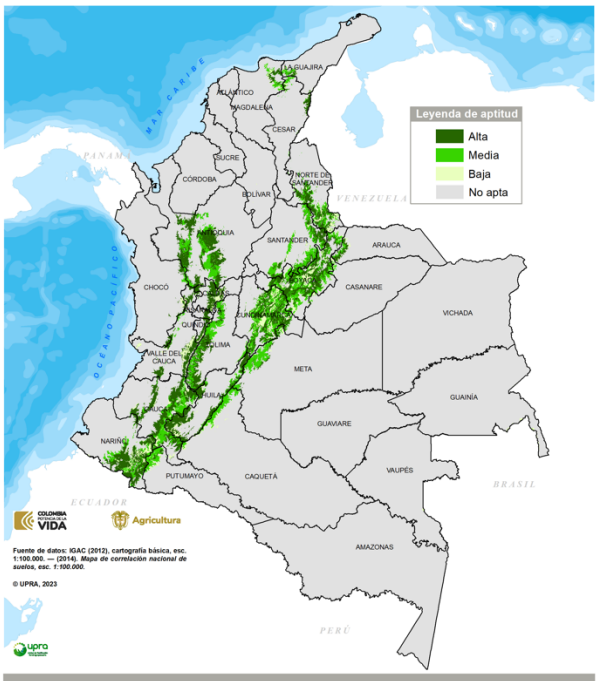
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

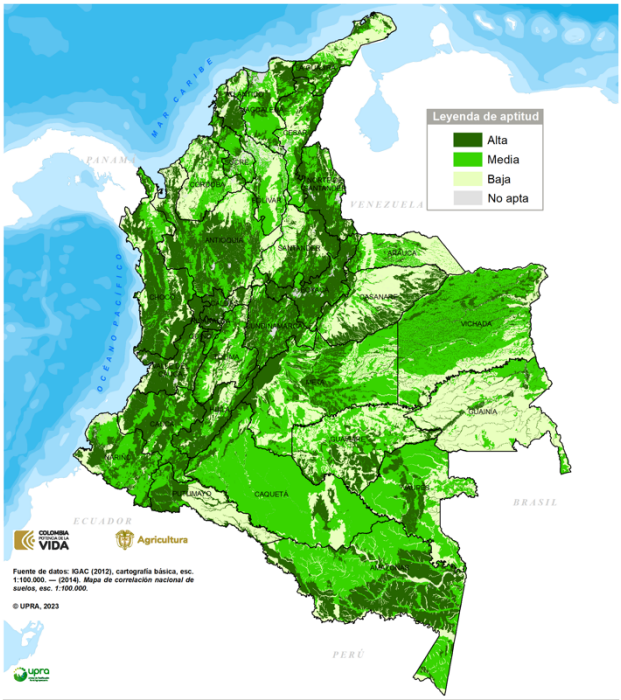
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 1
Variable carbono orgánico



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 2
Variable carbono orgánico



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES - Grupo 3, 4, 5, 6, 7 y 8
Variable carbono orgánico

1.3. Criterio *toxicidad por sales, sodio y aluminio*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: *TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Salinidad o sodicidad, expresadas en conductividad electrica (dS/m) y porcentaje de saturación de sodio PSI (%), respectivamente.

Saturación de aluminio, expresada en porcentaje (%).

DEFINICIÓN

Presencia de elementos minerales en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas que son tóxicos para las plantas, lo cual no sólo restringe el crecimiento y la producción, sino que además produce efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos (FAO, 1976; 1991; UPRA, 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los altos contenidos de sales, sodio y aluminio restringen el uso de las tierras a plantas tolerantes; incrementa los costos para la adecuación y manejo (enmiendas); y disminuye la productividad del suelo (FAO, 1976; 1991; UPRA, 2013). En cuanto a los suelos colombianos, la presencia de altas saturaciones de aluminio tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo; en suelos básicos, generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio también son nocivos.

El sodio, 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 es uno de los elementos que se encuentra en mayor concentración en el suelo, pero su disponibilidad para las plantas está en bajas concentraciones, salvo en suelos ácidos. En plantas

susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y tallos. 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); 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 o sodicidad* y *saturación de aluminio* tienen rangos en los que no es conveniente el establecimiento de los pastos. No se aconsejan estos cultivos en suelos con salinidad mayor a 8 dS/m ni con saturación de sodio superior a 15 % PSI.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, según la cual 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 sí existen áreas de diversos tamaños que tienen calificaciones distintas al componente mayor y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes. 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 que se recurre a la interpretación de la taxonomía de suelos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

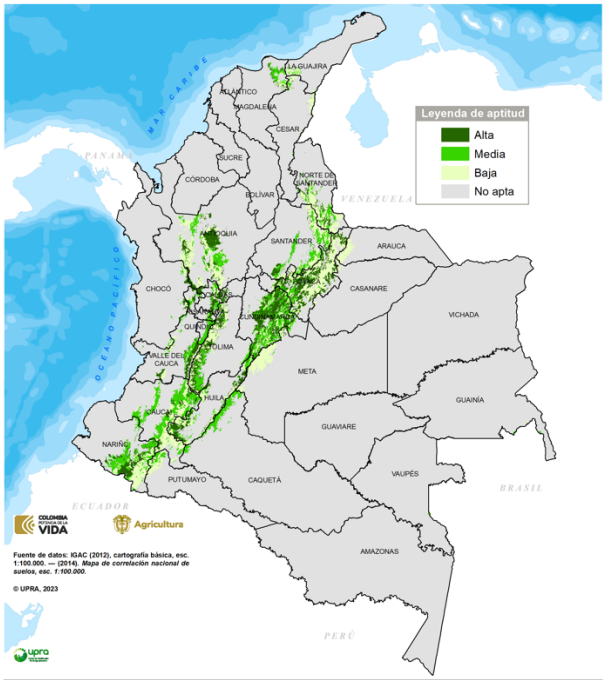
El criterio *toxicidad por sales, sodio y aluminio* por agrupación de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión, en el que se integraron las variables. La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014), que corresponde a la saturación por sales, sodio y aluminio.

Árbol de decisión

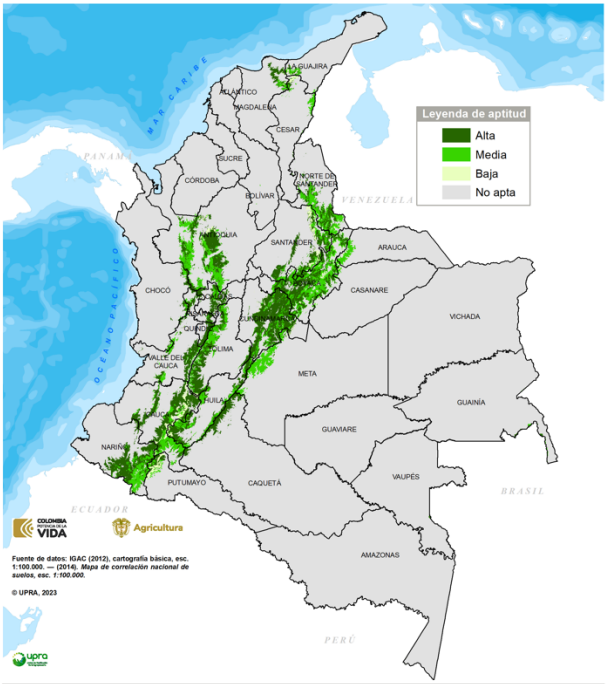
Saturación de aluminio (%)	Salinidad (CE dS/m)	Saturación de sodio (PSI)	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A3	A3
	A2	A1	A2
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A3	A3
	N1	Cualquiera	N1

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

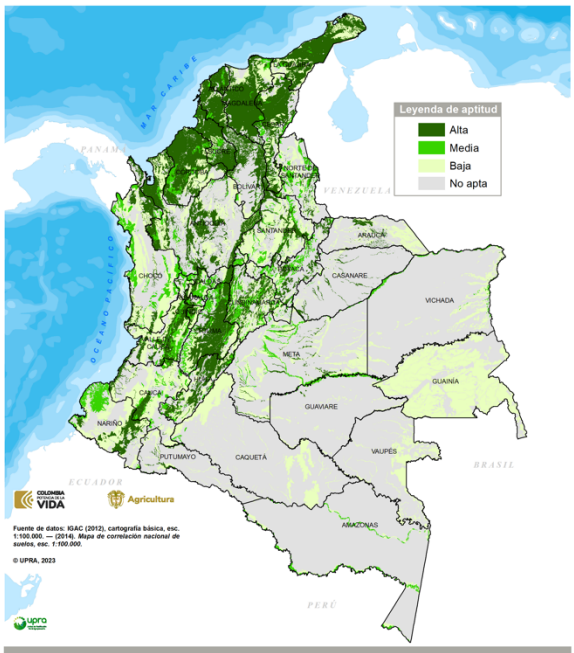
El resultado de la integración del árbol de decisión por agrupación de pasturas se muestra a continuación.



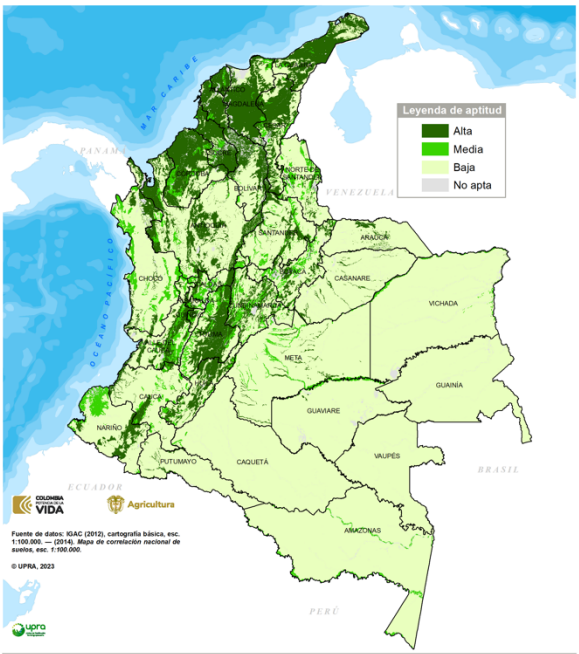
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 1



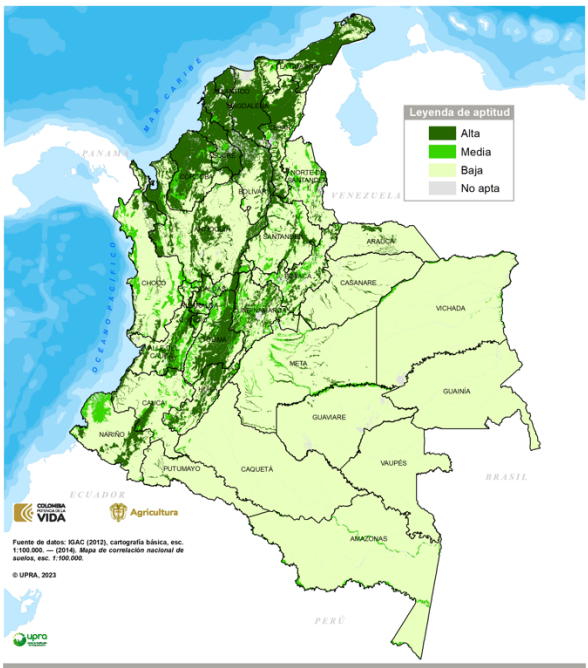
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 2



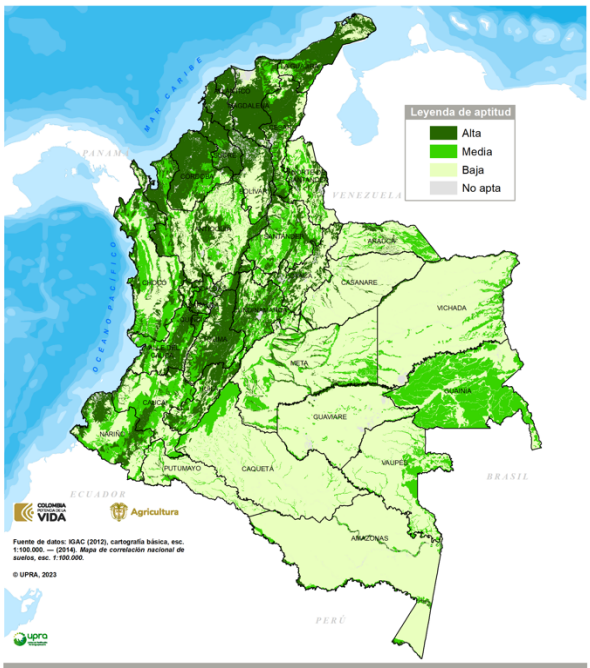
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 3



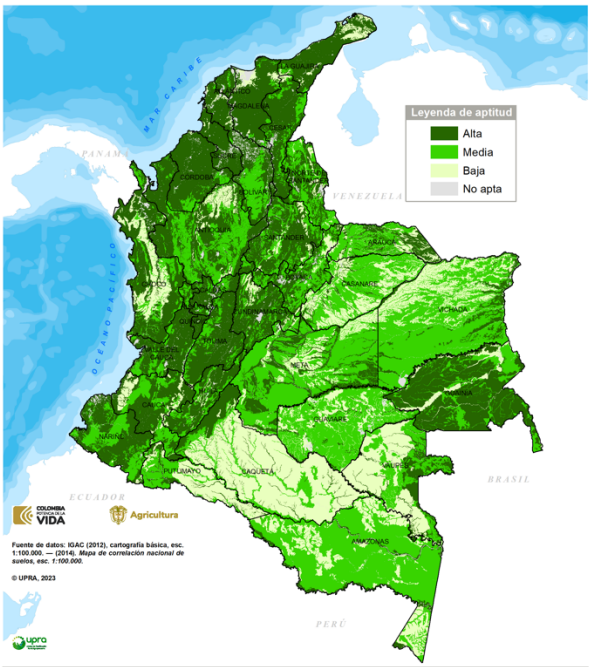
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 4



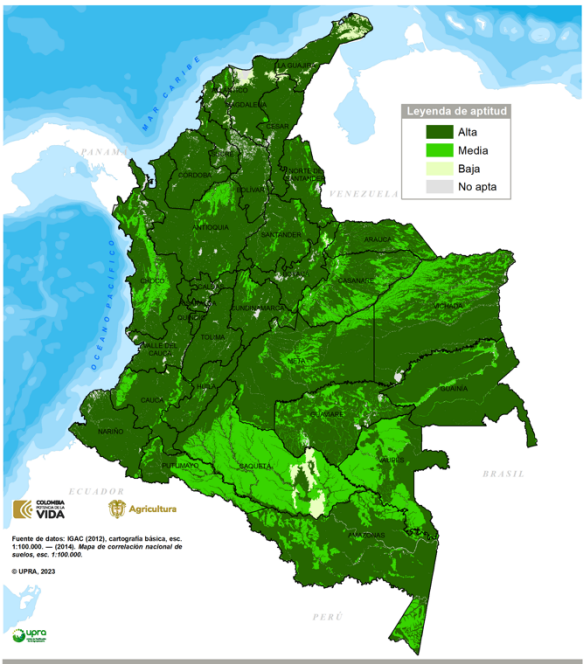
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 5



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 6



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 7



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 8

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada variable representa para el desarrollo de los pastos, ya que reduce las posibilidades de establecimiento y desarrollo de las plantas y, por lo tanto, el grado de formación de forraje. A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de toxicidad, en la cual se tuvo en cuenta la tolerancia de cada agrupación de pastos al aluminio, sales y sodio (ICA, 1976; Lapointe & Miles, 1992; Bernal, 1994; Ara, 1997; Baruch y Fisher, 1997; Argel, 2005; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013; Corpoica, 2017).

Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones óptimas por toxicidad de sales sodio y alumino para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Alta (A1)
Se presentan limitaciones moderada por toxicidad para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Se presentan limitaciones fuertes por toxicidad para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
Restricciones por toxicidad que imposibilitan el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

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. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

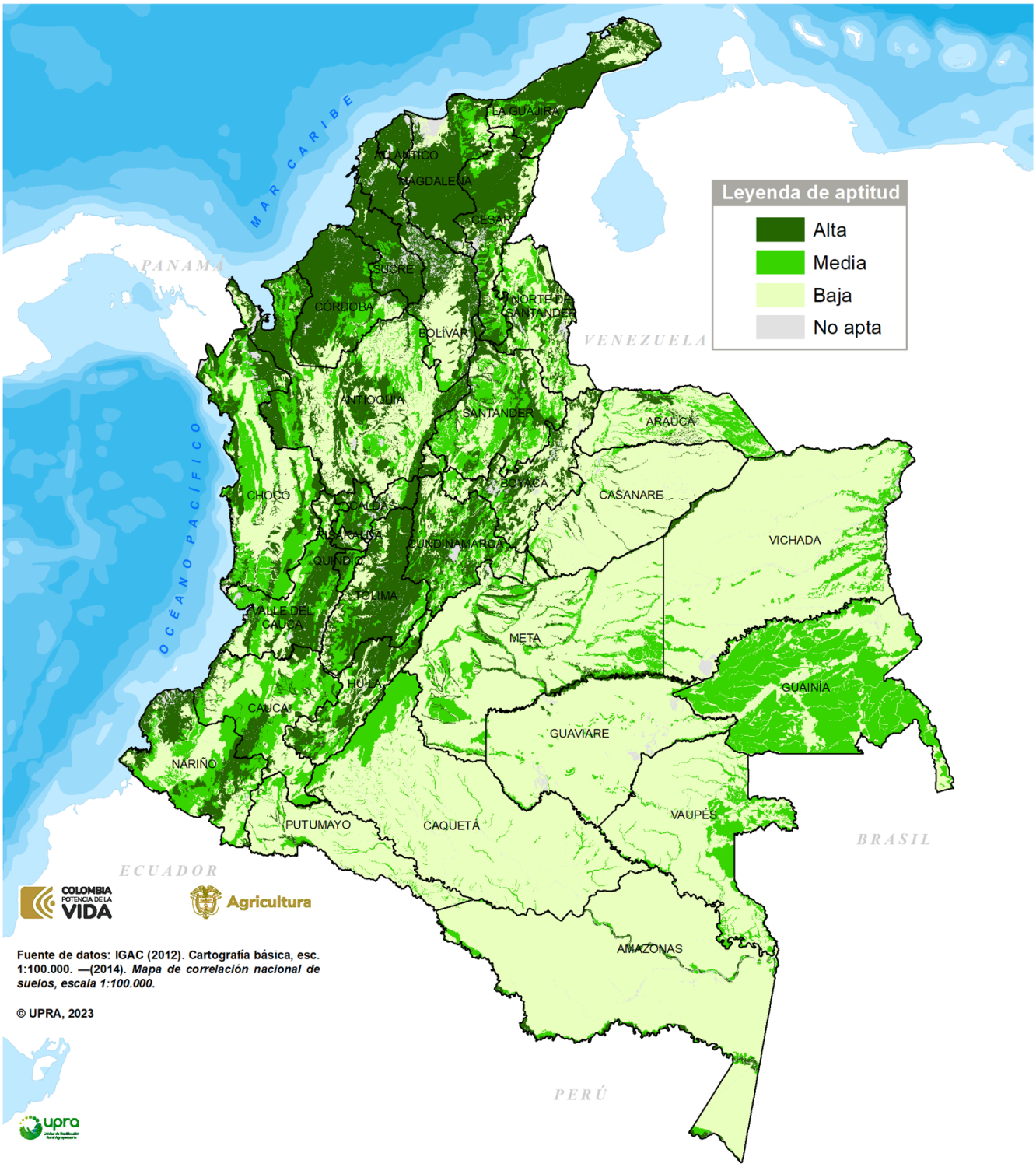
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

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: UPRA.

USDA. (1954). Handbook 60, Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils, United States Salinity Laboratory Staff, Washintong.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO

1.3.1. Variable *saturación de aluminio*

<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 DE CARNE OVINA (Ovis aries) EN PASTOREO</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: saturación de aluminio</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje (%)</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

Proporción de ion de aluminio 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). La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al aluminio, que es soluble en suelos ácidos con pH menor de 5,5.

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 reduce la toma de agua y de nutrientes, lo cual afecta la productividad de los pastos. Para poder utilizar suelos con altos niveles de ion de aluminio intercambiable, es necesario aplicar elevadas 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, dado que existen especies forrajeras para pastoreo adaptadas a diferentes condiciones. Sólo se generó exclusión específicamente en el grupo del angleton 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 en la que califica el componente taxonómico de mayor representatividad en la unidad, dentro de ella existen áreas de diversos tamaños que tienen contenidos de aluminio diferentes al componente mayor, los cuales pueden o no ser restrictivos para los pastos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La calificación se hizo con los valores de aluminio obtenidos de la información química de los perfiles del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Los rangos se obtuvieron a partir de la tabla para el cálculo de la fertilidad en el manual de códigos del IGAC (2010). La calificación para 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 y luego se correlacionaron 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; Bernal, 1994; Baruch y Fisher, 1997; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (raigrases)	≤30	30-60	>60	—
2 (kikuyo)	<60	60-90	>90	—
3 (angleton 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	—	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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, y Fisher J. (1998). Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: 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. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

Cortés, A.; Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: UJTL.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

Garavito, F. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

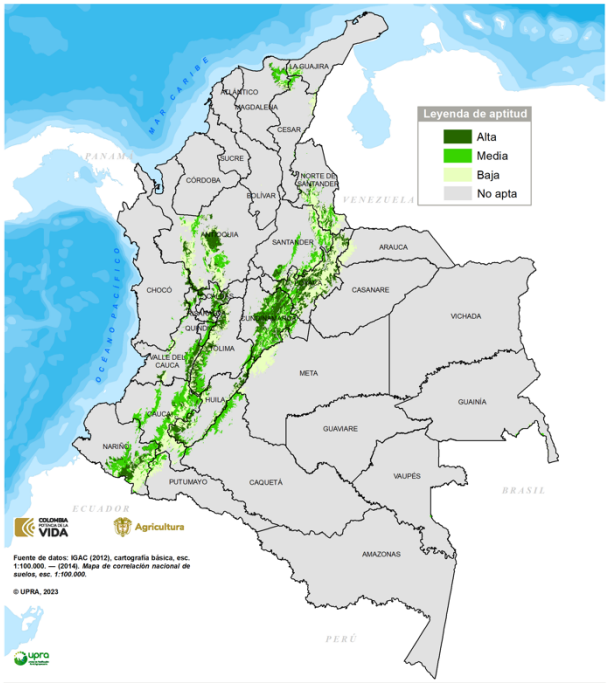
_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

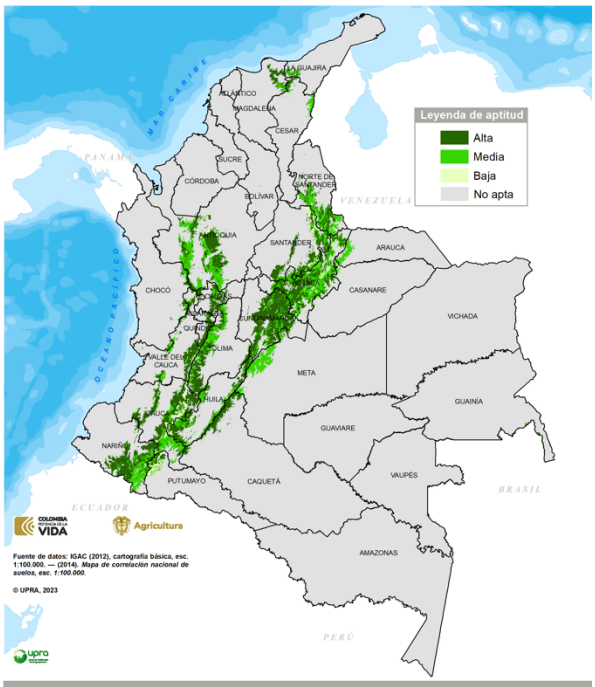
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

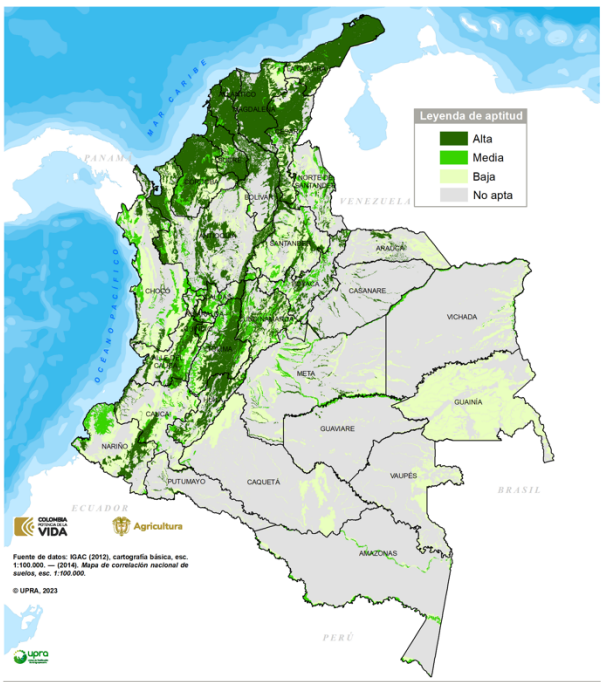
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



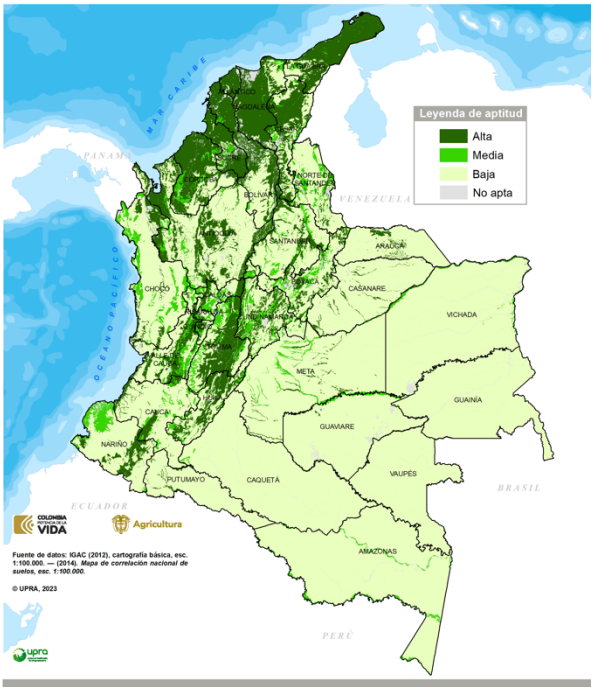
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 1
Variable saturación de aluminio



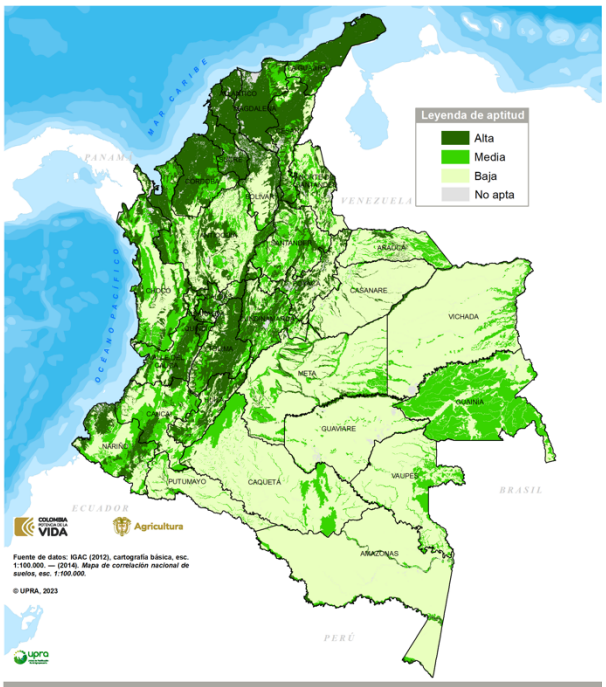
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 2
Variable saturación de aluminio



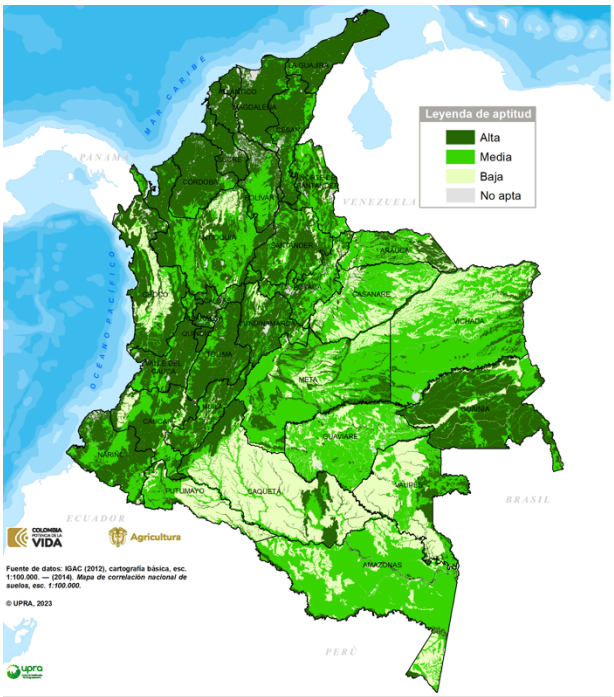
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 3
Variable saturación de aluminio



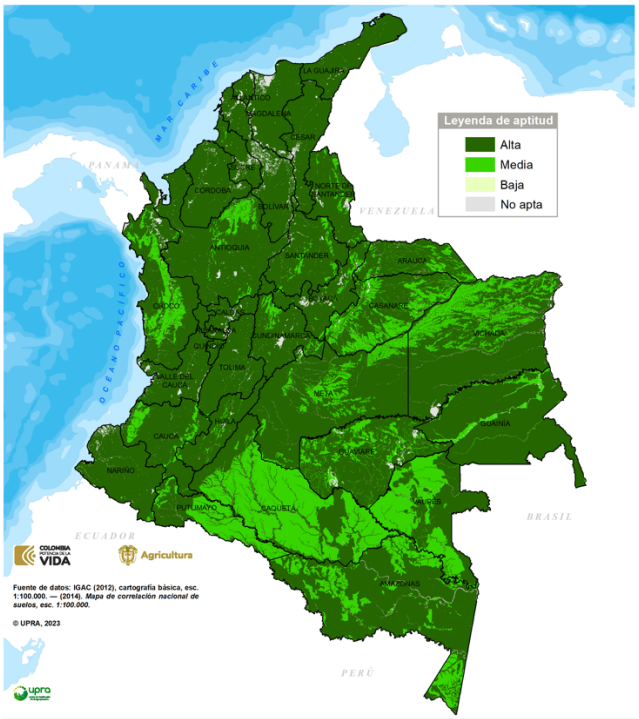
CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 4 y 5
Variable saturación de aluminio



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 6
Variable saturación de aluminio



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 7
Variable saturación de aluminio



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 8
Variable saturación de aluminio

1.3.2 Variable *salinidad o sodicidad*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: *TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO*		
VARIABLE: *salinidad o 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 o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina mediante la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse en cantidad o porcentaje de sales en el suelo y en cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). La salinidad y la sodicidad pueden presentarse de forma natural o adquirida: de 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 y con aguas de buena calidad, pero mal manejadas en climas con régimen de humedad ústico (Garavito, 1979).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los contenidos altos de sales solubles o sodio intercambiable elevan de forma considerable el pH del suelo, lo que a su vez afecta de forma significativa los rendimientos del cultivo. 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 los pastos analizados 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 o sodio tienen los siguientes efectos en el desarrollo de las plantas:

- La salinidad influye en los valores del pH y 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, por que las plantas son más pequeñas en promedio.

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. Sólo se generó exclusión en las áreas consideradas como salares.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información, pues en los estudios de suelos a escala 1:100.000 solamente hay presencia de sodio o de sales. Además, la presencia de sales no se presenta de manera uniforme, ya que varía de forma horizontal y vertical 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 a 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, por lo que se correlacionaron 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; Bernal, 1994; Baruch y Fisher, 1997; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013).

Rangos de salinididad

Grupos de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Medio (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 (angletón 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	—

Rangos de sodio

Grupo de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
	PSI (%)			
1 (aigrases)	No sódico (≤15)	—	Sódico (>15)	—
2 (kikuyo)				
3 (angleton y climacuna)				
4 (estrellas)				
5 (admirable, alemán y braquipará)				
6 (guineas)				
7 (brachiarias)				
8 (Humidícola)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved mayo 18, 2016. Recuperado dehttp://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

Garavito, F. (1979). Propiedades químicas de los suelos. Bogotá: IGAC.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

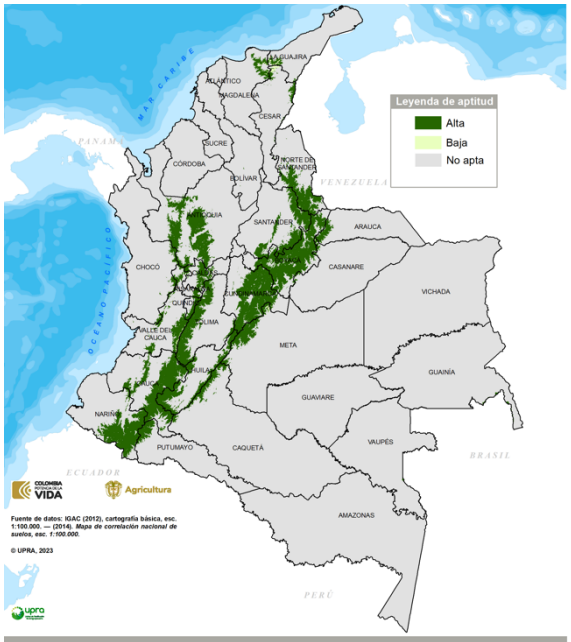
_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

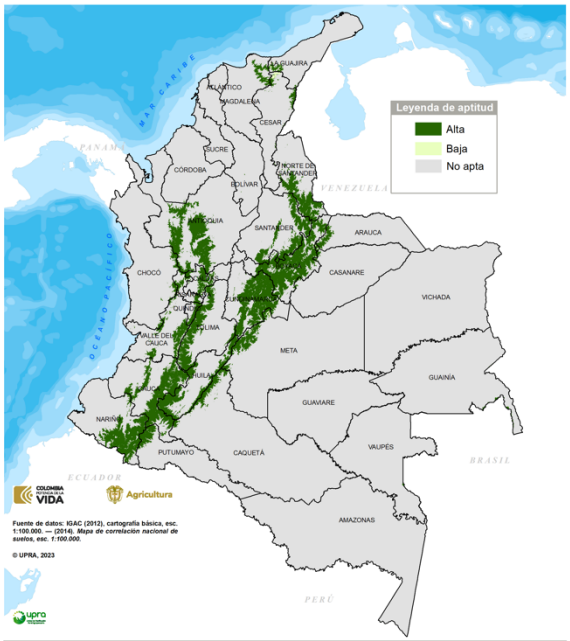
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 1
Variable salinidad o sodicidad



CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 2
Variable salinidad o sodicidad

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y/O ALUMINIO - Grupo 3, 4, 5, 6, 7 y 8
Variable salinidad o sodicidad

1.4. Criterio *disponibilidad de oxígeno*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 en 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 permiten la libre circulación del dióxido de carbono hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior para ser absorbido por las raíces (FAO, 1976, 1991; UPRA 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Incide en el desarrollo de las raíces y en las funciones fisiológicas de las plantas que conllevan 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 implica 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 que representan niveles de intoxicación a nivel de las raíces de las plantas, lo que lleva a grandes pérdidas en la producción de los pastos.

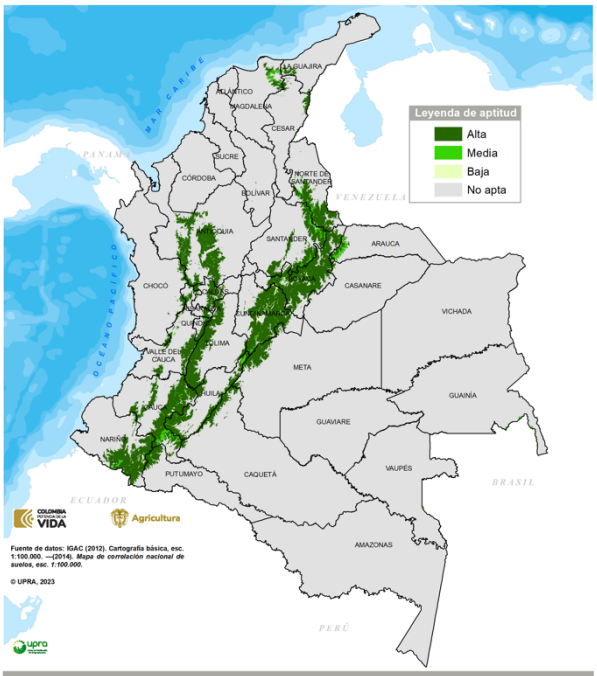
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, según las cuales 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 en la unidad existen áreas de diversos tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que corresponden a aptitudes distintas. La falta de información de la periodicidad y duración de las inundaciones no permite precisión en la delimitación de las áreas no aptas para el cultivo. La información para la construcción de las variables que conforman el criterio se obtuvo del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014), que corresponde al 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, en el que se integraron las variables.

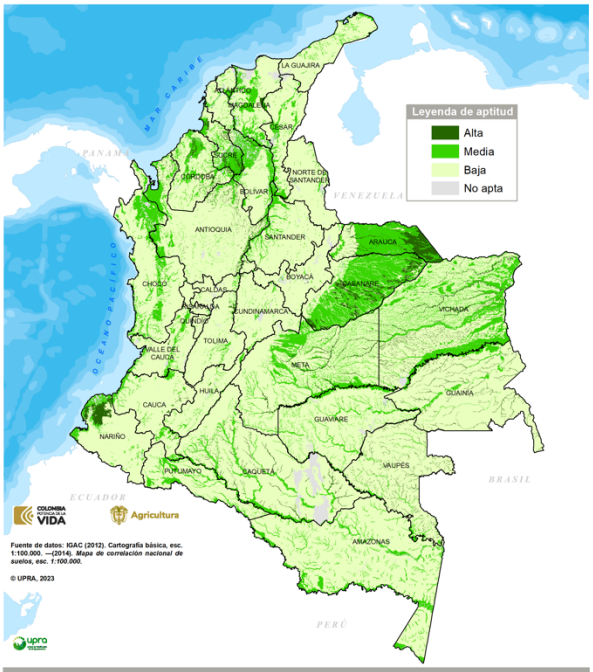
Árbol de decisión

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

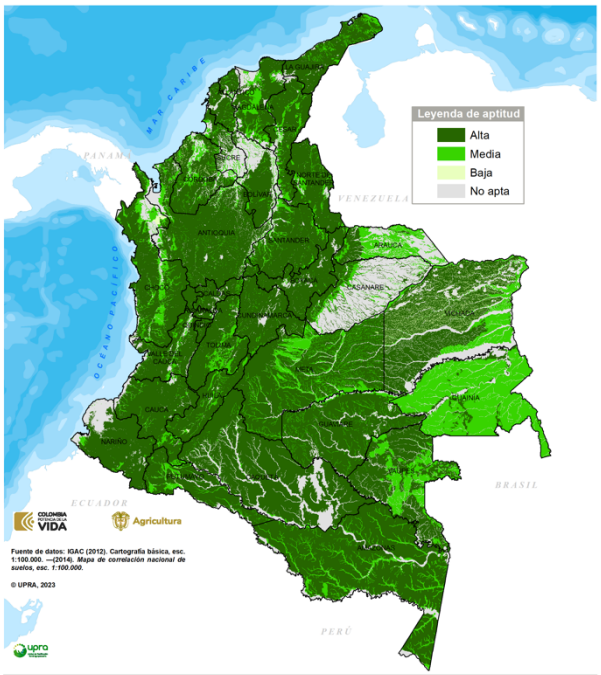
El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:



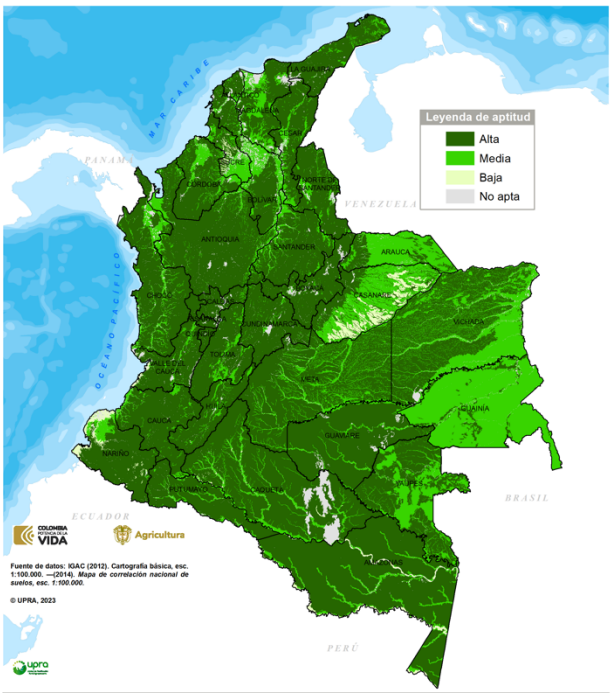
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 1, 2, 3 y 4



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 5



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 6 y 7



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 8

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para construir los niveles de aptitud del criterio, se tuvo en cuenta la limitación de cada variable en el desarrollo de los pastos y en el grado de formación de forraje. A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de disponibilidad de oxígeno, en el que se tuvo en cuenta la fisiología, la morfología y el hábito de crecimiento de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; Lapointe & Miles, 1992; Bernal, 1994; Ara, 1997; Argel, 2005; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013; Corpoica, 2017).

Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones óptimas de disponibilidad de oxígeno en el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Alta (A1)
Limitaciones moderadas de disponibilidad de oxígeno en el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Limitaciones fuertes de disponibilidad de oxígeno en el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
Restricciones de disponibilidad de oxígeno que imposibilitan el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2)* 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.

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. Mexico.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperdao de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

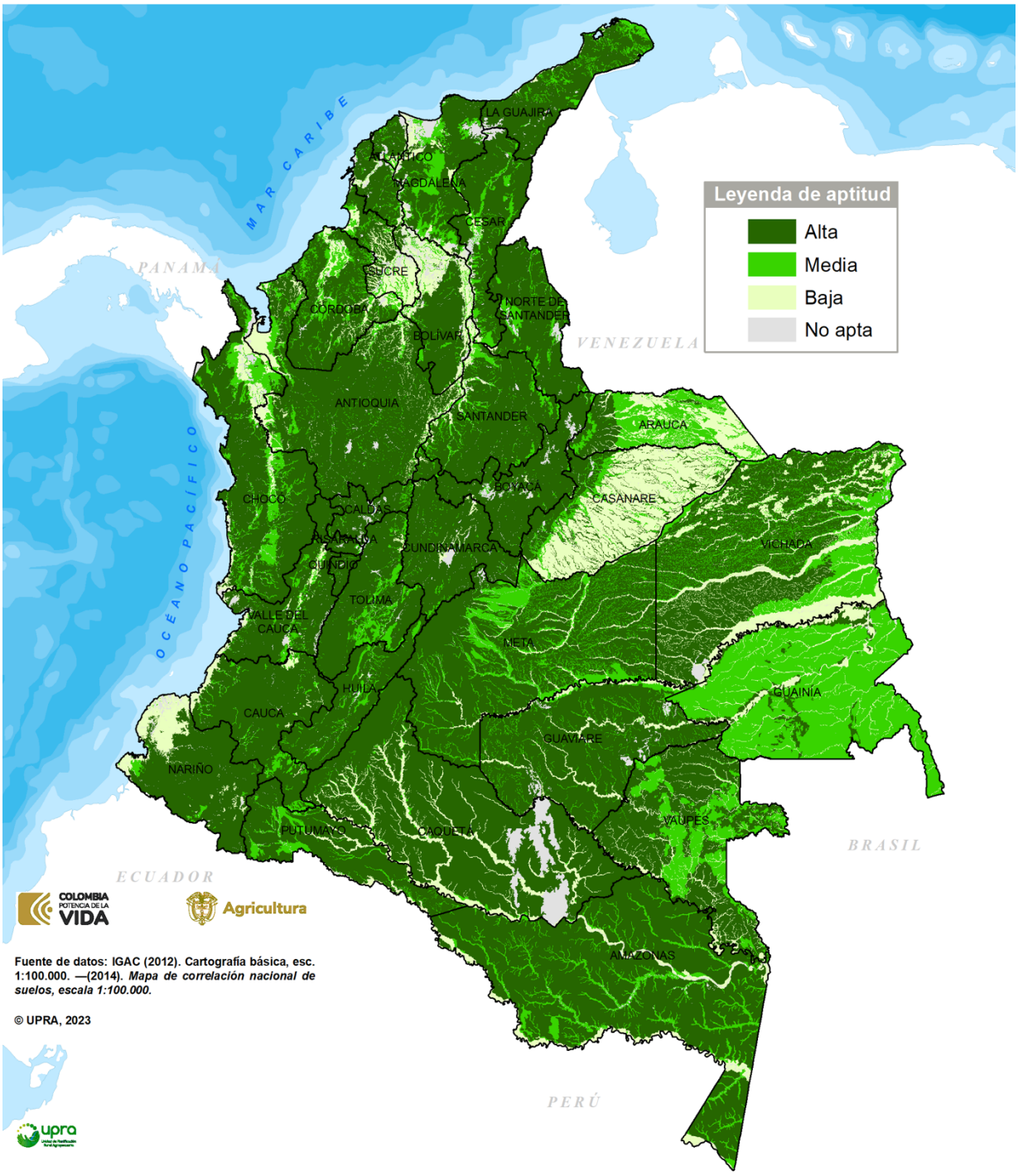
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

USDA. (1961). *Land Capability Classification*. Agriculture Handbook, 18. Washington.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXIGENO

1.4.1. Variable *drenaje natural*

<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 DE CARNE OVINA (Ovis aries) EN PASTOREO</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO</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 del agua por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (United States Department of Agriculture [USDA], 1961). El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo; tiene en cuenta la relación entre la pendiente, la escorrentía y la infiltración; y las evidencias de procesos de óxido-reducción, colores gley y de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide sobre la adaptación de las raíces de los pastos 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, en las cuales se califica el mayor componente. Esto significa que algunos sectores no se pueden representar espacialmente, pues pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento de los 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). Para los casos que no contaron con información en esta base, fue necesario complementar con 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 texturas se realizaron para cada una de las agrupaciones de pasturas según los requerimientos (ICA, 196; CIAT, 2010; Baruch y Fisher 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	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 (angleton 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	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.•

CIAT. (1997). 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. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.•

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome. FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

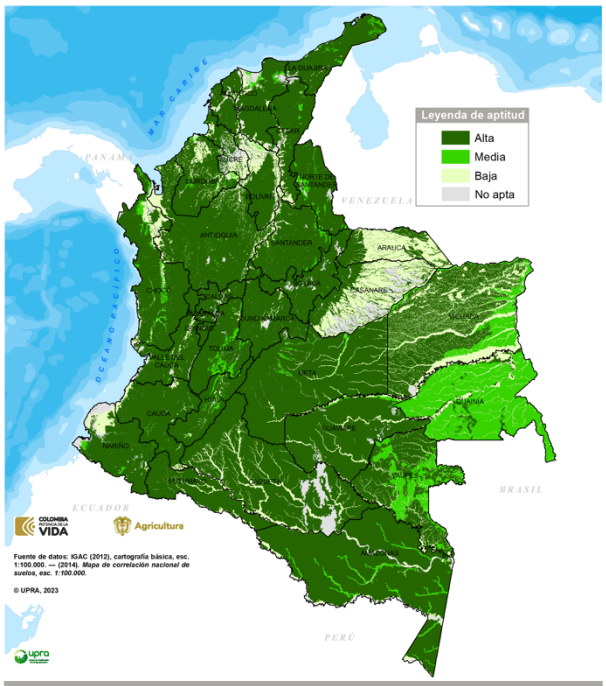
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

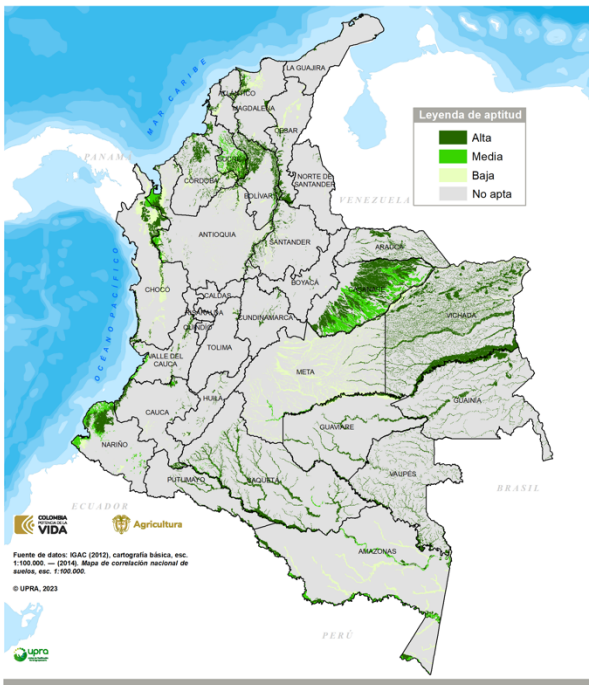
UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

USDA. (1961) Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

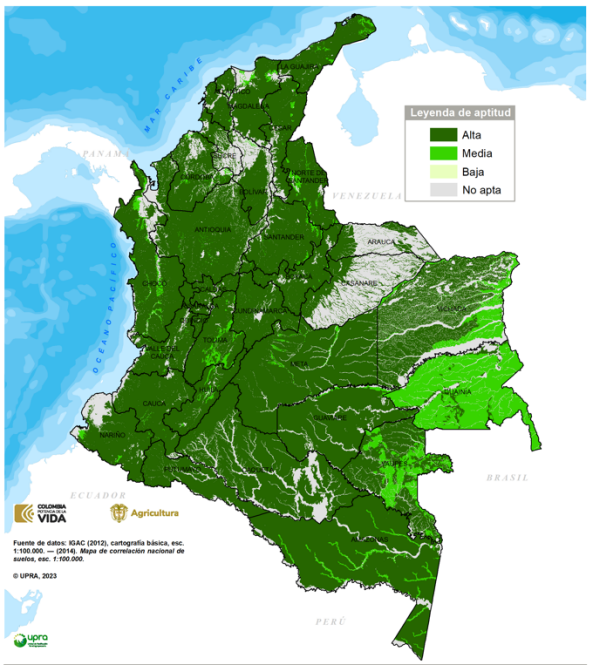
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



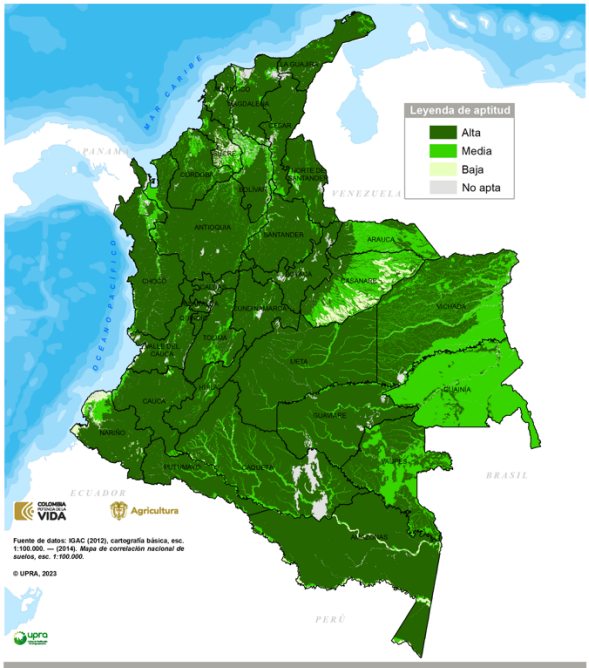
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 1, 2, 3 y 4
Variable drenaje natural



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 5
Variable drenaje natural



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 6 y 7
Variable drenaje natural



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 8
Variable drenaje natural

1.4.2. Variable *suceptibilidad a inundaciones*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua; o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (IGAC, 2010; OMM y Unesco, 2012).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Las inundaciones 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 los pastos 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 frecuentes, debido a que se reduce la disponibilidad de oxígeno y afecta la producción óptima de los pastos.

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 los pastos, se incluye el análisis con base en 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 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 la presente zonificación, se tomó 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 los requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	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 (angleton 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	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de Alimentro: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

_. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

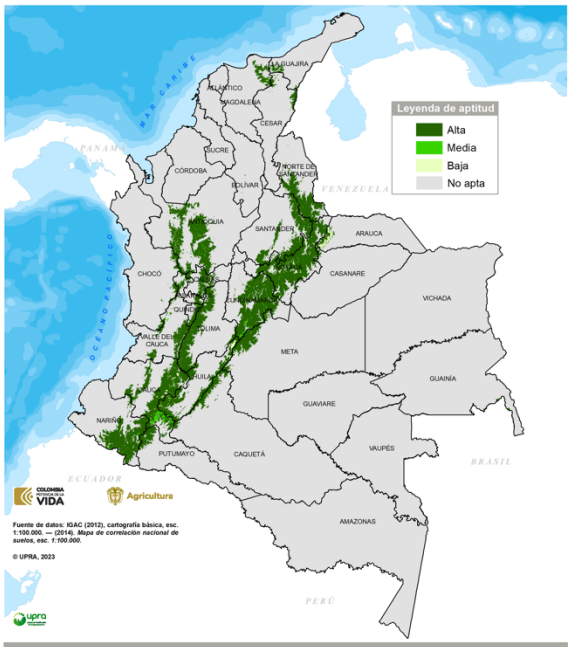
_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

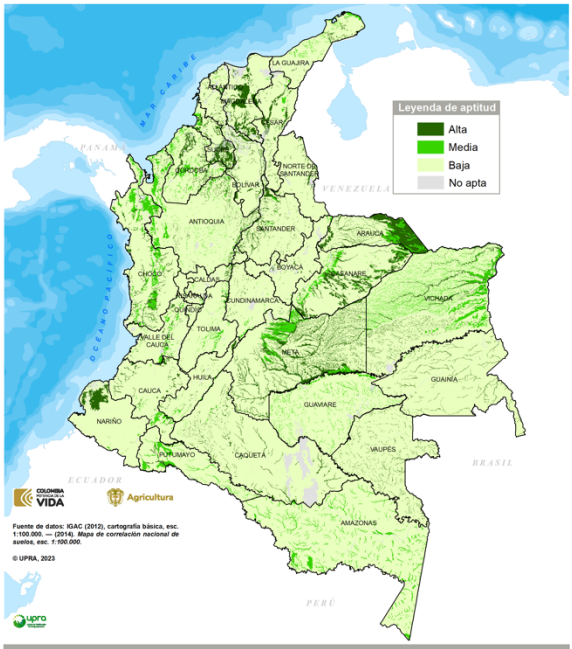
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

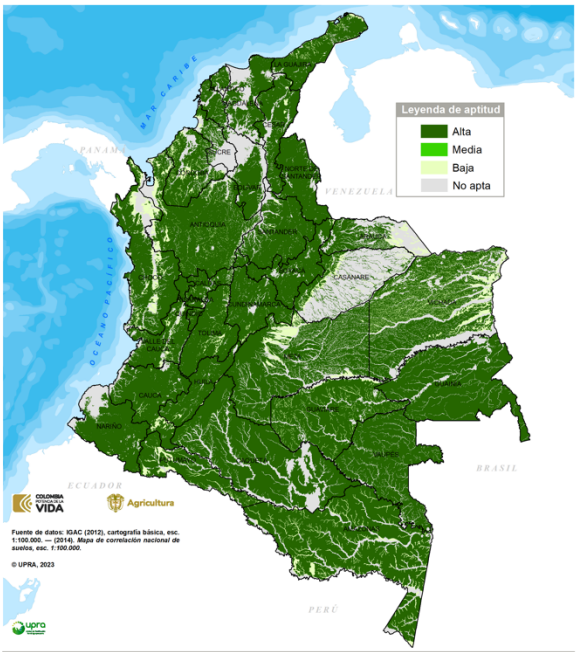
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



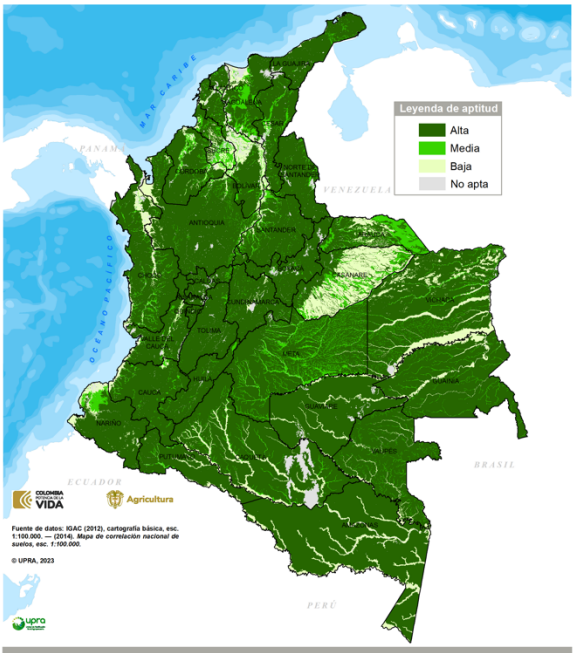
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 1, 2, 3 y 4
Variable susceptibilidad a inundaciones



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 5
Variable susceptibilidad a inundaciones



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 6 y 7
Variable susceptibilidad a inundaciones



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO - Grupo 8
Variable susceptibilidad a inundaciones

1.5. Criterio *disponibilidad de humedad*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 a las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo en condiciones naturales. Se relaciona con el contenido y movimiento del agua en el suelo durante el año (FAO, 1976; 1991; UPRA 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

El agua es responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que suceden en el suelo, en especial, de 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).

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 en el suelo.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, en las cuales cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de

mayor representatividad dentro de la unidad. Esto significa que en la unidad existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que corresponden a aptitudes distintas.

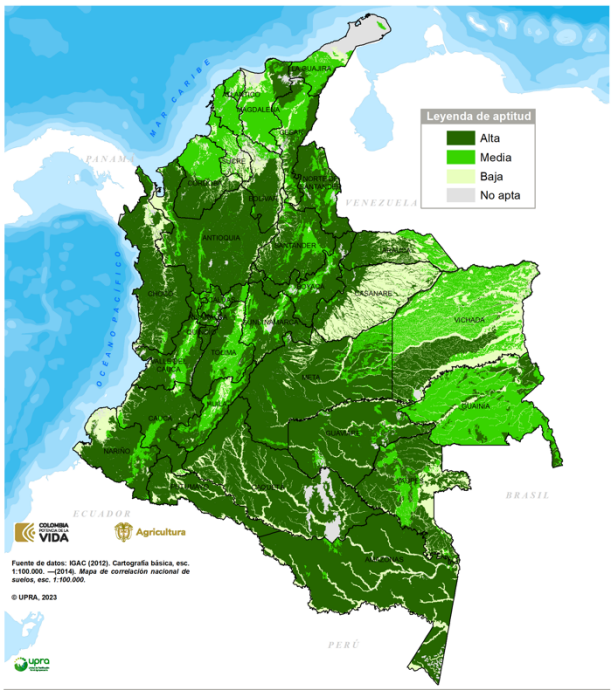
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de disponibilidad de humedad para cada una de las agrupaciones de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión en el que se integraron las variables. La información para las variables de este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014).

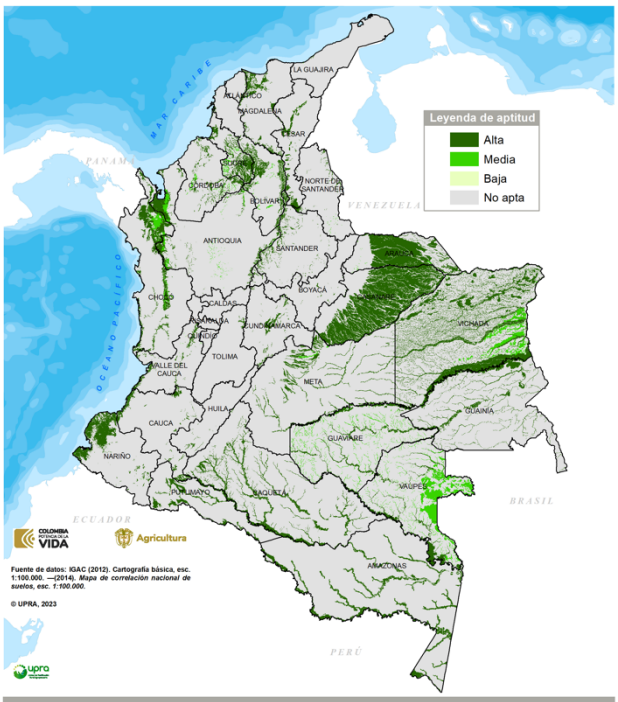
Árbol de decisión

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

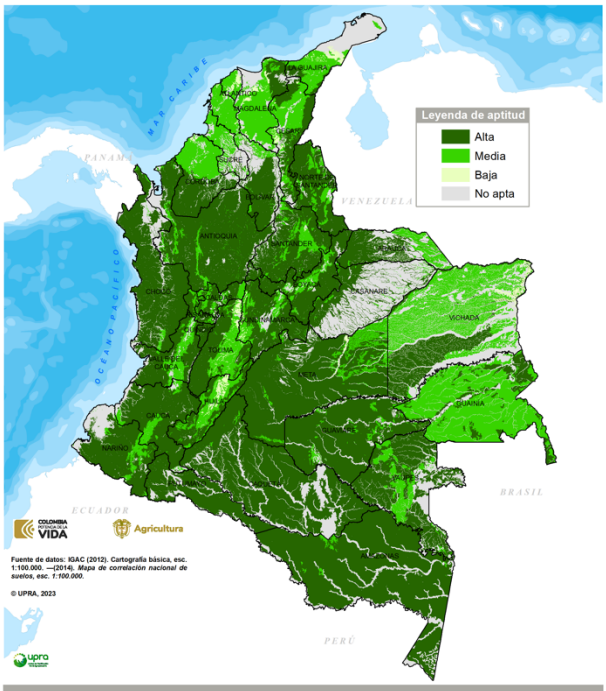
El resultado de la integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD - Grupo 1, 2, 3, 4 y 8



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD - Grupo 5



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD - Grupo 6 y 7

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio se asoció a 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 el grado de formación de forraje. A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio de disponibilidad de humedad, en donde se tuvo en cuenta la fisiología, la morfología y el hábito de crecimiento de cada agrupación de pastos (ICA, 1976; Lapointe y Miles, 1992; Bernal, 1994; Ara, 1997; Argel, 2005; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013; Corpoica, 2017). Adicionalmente, el resultado de la evaluación del criterio define que los valores de exclusión se consideran como *no calificada* para el criterio integrado, dado que es excluyente para la producción de pastos, mas no para la producción ovina, con base en las coberturas naturales, como se muestra a continuación:

Criterio de calificación	Aptitud
Regímenes de humedad y texturas óptimas para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Alta (A1)
Regímenes de humedad y de texturas que presentan limitaciones moderadas para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Regímenes de humedad y texturas que presentan fuertes limitaciones para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
Restricciones por regímenes de humedad y texturas que imposibilitan el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	No apta (N1)
Condición no apta para la producción de pastos, pero no excluye la producción de carne ovina	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

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. Mexico.

_. (2010). Especies forrajeras multipropósito, opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

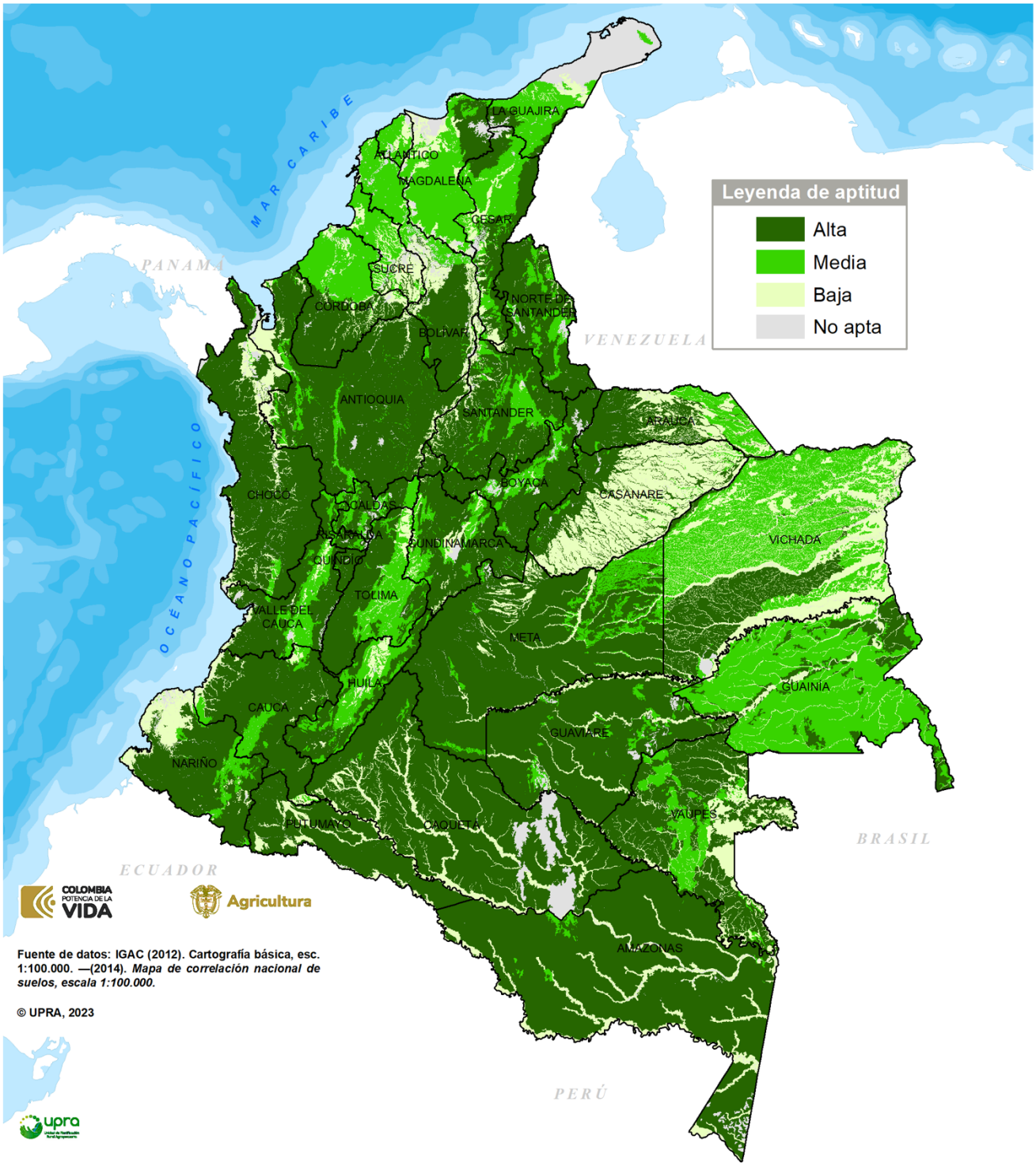
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: 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: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

1.5.1. Variable *régimen de humedad del suelo*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 kilopascales en la sección control de humedad del suelo y 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 las pasturas. 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 el normal desarrollo de las plantas.

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 de 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*, que tienen dos o más componentes taxonómicos y se calificó el régimen de humedad del componente taxonómico de mayor porcentaje. Esto significa que dentro de un área determinada existen regímenes de humedad diferentes 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 a 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 los requerimientos (ICA, 1976; Bernal, 1994; Baruch y Fisher, 1997; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013).

Grupos de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (raigrases)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
2 (kikuyo)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
3 (angleton y climacuna)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
4 (estrellas)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico
5 (admirable, alemán y braquipará)	Ácuico	Údico (intergrados ácuicos y údicos)	Intergrados ácuicos y ústicos	Ústico, arídico
6 (guineas)	Údico	Ústico	—	Arídico, ácuico, perácuico
7 (brachiarias)	Údico	Ústico	—	Arídico, ácuico, perácuico
8 (humidícola)	Údico	Ústico	Ácuico	Arídico, perácuico

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

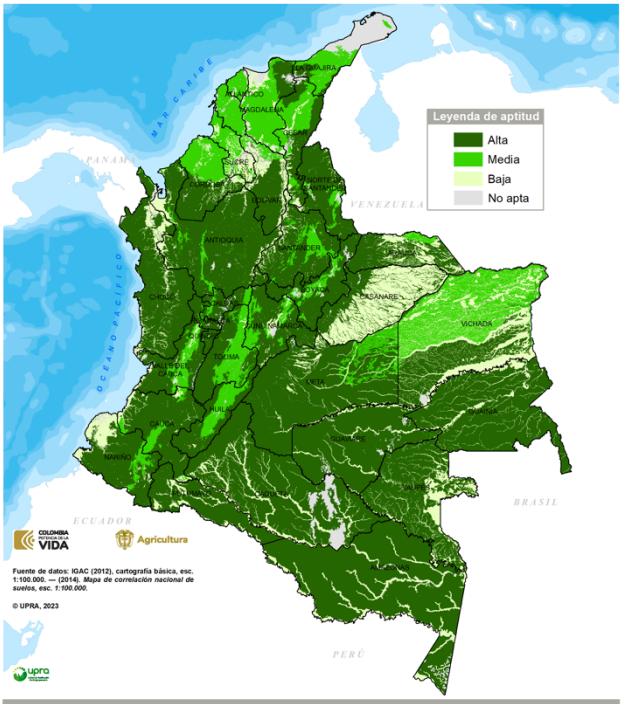
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

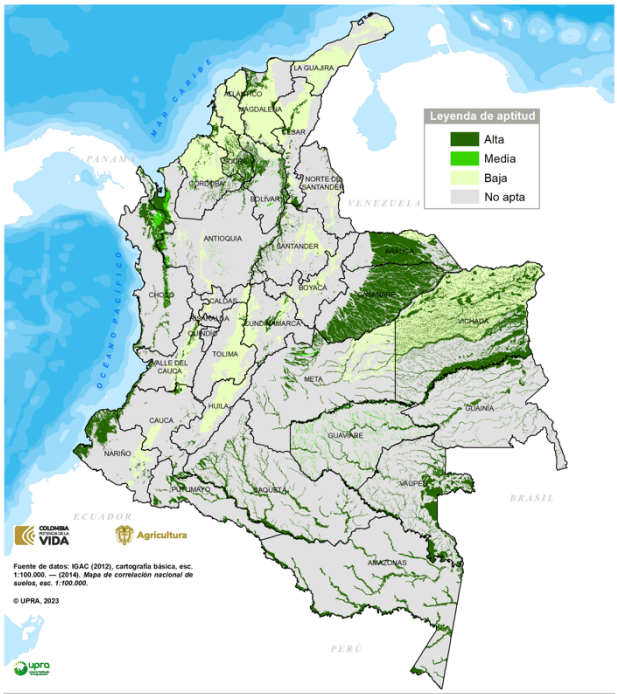
UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

USDA y NRCS. (2014). Keys to Soil Taxonomy. EUA: USDA. Soil Survey Staff.

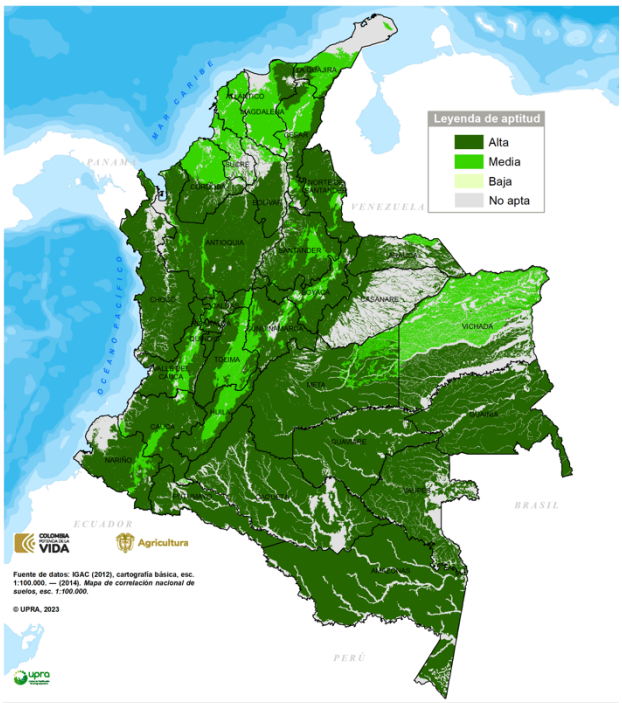
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD - Grupo 1, 2, 3, 4 y 8
Variable régimen de humedad del suelo



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD - Grupo 5
Variable régimen de humedad del suelo



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD - Grupo 6 y 7
Variable régimen de humedad del suelo

1.5.2. Variable *textura*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: *DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD*		
VARIABLE: *textura*	UNIDAD DE MEDIDA: clases texturaless	
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 dos milímetros (Malagón & Montenegro, 1990).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

En la medida en 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, mas no la retención.

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 que es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, que no es posible representar espacialmente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se evaluó con base en los requerimientos de los cultivos de los pastos, los cuales fueron consultados a los diferentes gremios y productores, en relación con el crecimiento y el 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 a escala 1:100.000, elaborado por el IGAC (2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de los rangos de textura se realizaron por agrupación de pasturas, según los requerimientos, lo que derivó en un mapa transversal a todas las pasturas (ICA, 1976; Bernal, 1994; Baruch y Fischer, 1997; Argel, 2005; CIAT, 2010; Arce et ál., 2013; Corpoica, 2017), como se puede observar en la siguiente tabla:

Grupos de pasturas	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 (angleton y climacuna)				
4 (estrellas)				
5 (admirable, alemán y braquipará)				
6 (guineas)				
7 (brachiarias)				
8 (humidícola)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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, y Fisher J. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura: En: 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. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

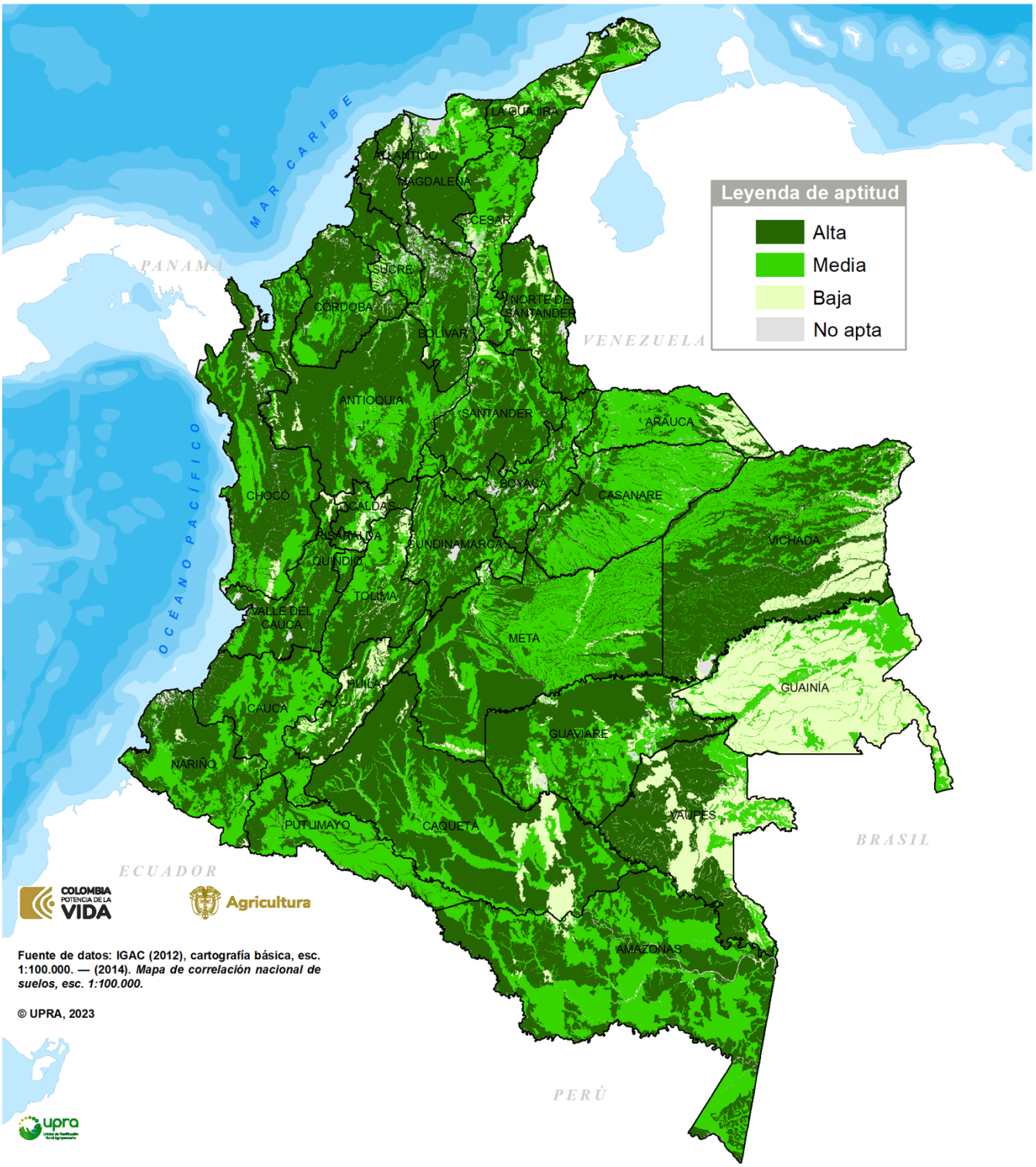
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

Malagón, D. y 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: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD
Variable Textura

1.6. Criterio *condiciones de enraizamiento*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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.

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 de forma vertical como horizontal (FAO, 1976; 1991).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Determina el espacio donde las raíces pueden desarrollarse vigorosamente, lo cual afecta la producción de forraje y, por ende, la productividad ovina. En un suelo profundo las plantas pueden encontrar mayor humedad en tiempos de sequía, ya que 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

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio, se concluye que no hay límites a partir de los 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, en las que para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad en la unidad. Esto significa que dentro de la unidad existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que corresponden a aptitudes distintas.

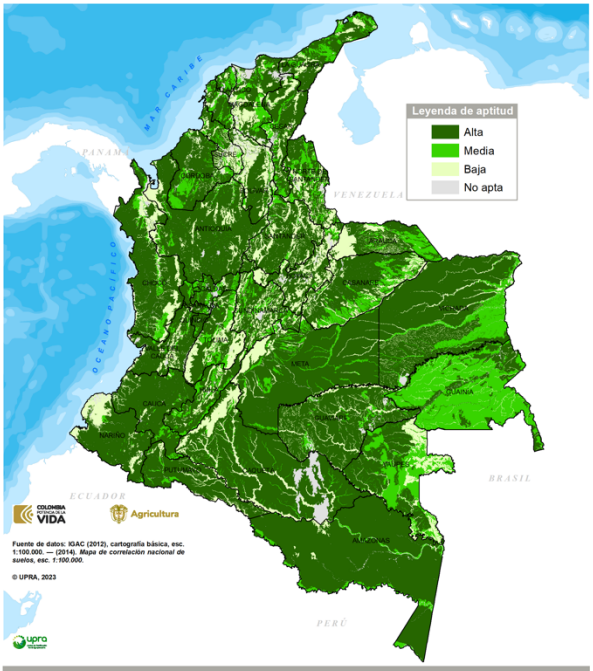
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de condiciones de enraizamiento para cada una de las agrupaciones de pasturas se define a partir de un árbol de decisión, en el cual se integran las variables de profundidad efectiva, textura y pedregosidad, como se muestra en la tabla siguiente:

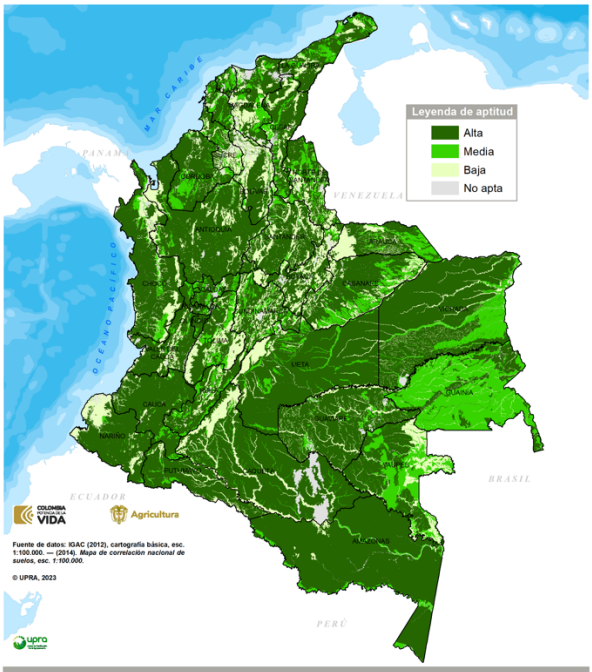
Árbol de decisión

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

El resultado de integración del árbol de decisión para cada una de la agrupación se muestra a continuación:



CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO - Grupo 1, 2, 3, 4, 6 y 7



CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO - Grupo 5 y 8

La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvo del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014), que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad (cm), pedregosidad (fase cartográfica) y clases texturales. Posteriormente, cada criterio generado por agrupación fue integrado en uno sólo a través de un análisis jerárquico (AHP), como se muestra a continuación:

Integración del criterio	
Agrupaciones	Pesos
Grupo 1 (raigrases)	0,132
Grupo 2 (kikuyo)	0,088
Grupo 3 (angleton 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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

En la calificación cualitativa del criterio de condiciones de enraizamiento, se tuvieron en cuenta los requerimientos de cada agrupación de pastos (Corpoica, 2017; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; CIAT, 2010; Argel, 2005; Bernal, 1994; Lapointe & Miles, 1992; Ara, 1997; ICA, 1976), como se observa en la siguiente tabla:

Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones de enraizamiento óptimas para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Alta (A1)
Condiciones de enraizamiento que presentan limitaciones moderadas para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Condiciones de enraizamiento que presentan fuertes limitaciones para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
No se presenta rangos para esta calificación	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

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. Mexico.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

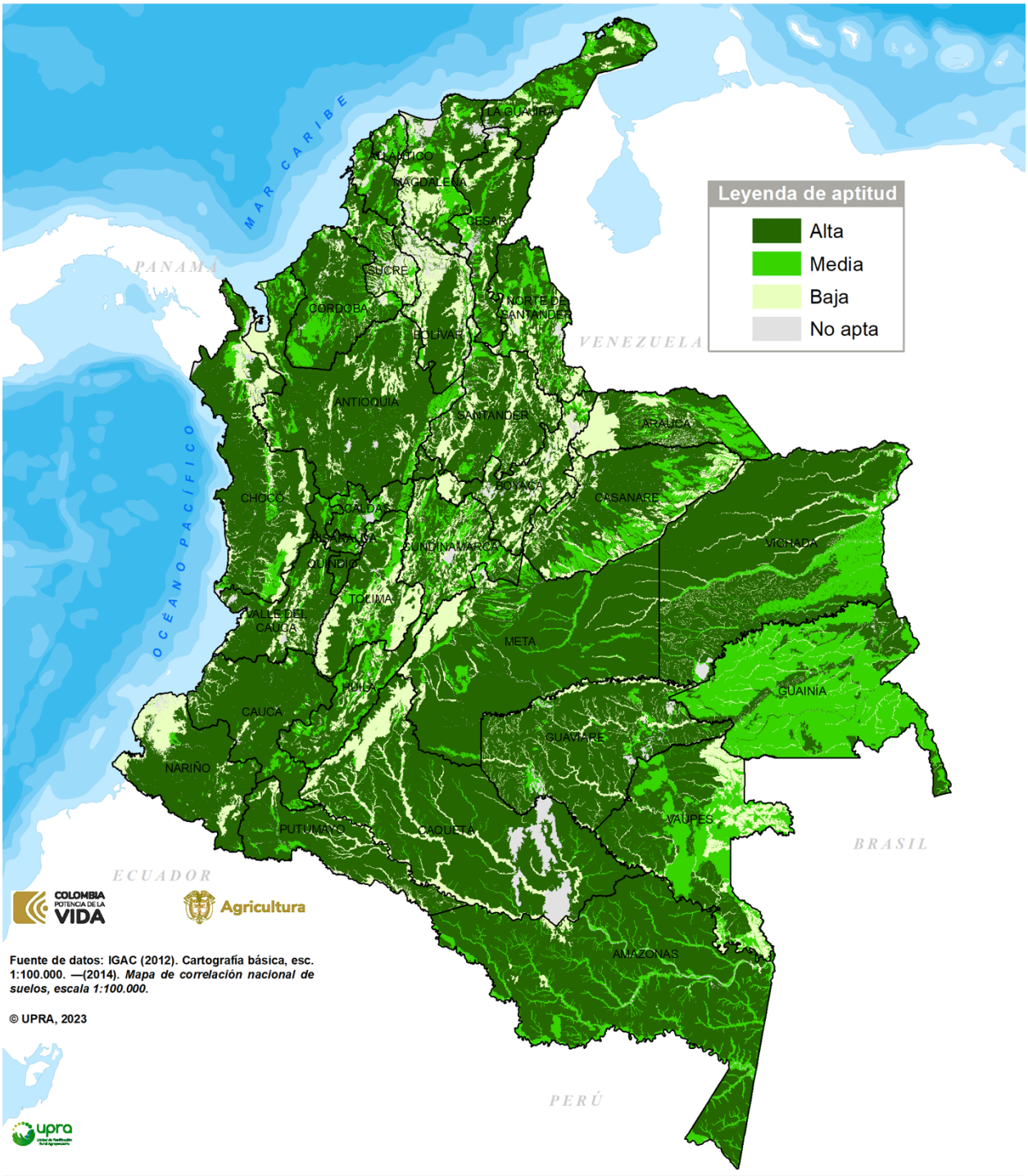
_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (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: CIAT.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.*

© UPRA, 2023

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

1.6.1. Variable *profundidad efectiva*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO		
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO			
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO			
VARIABLE: *profundidad efectiva*	UNIDAD DE MEDIDA: centímetros (cm)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		Exclusión técnica	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

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, lo cual afecta la producción de forraje y, por consiguiente, la productividad ovina. En un suelo profundo, las plantas pueden encontrar mayor humedad en tiempos de sequía, ya que 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

No se definieron profundidades efectivas como no aptas (N1) para el establecimiento de cultivos de pastos.

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 la unidad existen algunos sectores con diferentes profundidades efectivas a la calificada y aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar la profundidad efectiva de las unidades de tierra provino del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000, elaborado por el IGAC (2014). La profundidad requerida para el desarrollo radicular depende de cada una de las especies, ya que tienen diferentes hábitos de crecimiento.

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, 196; CIAT, 2010; Baruch y Fisher 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal 1994).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
1 (raigrases)	>50	25-50	<25	—
2 (kikuyo)	>50	25-50	<25	—
3 (angleton y climacuna)	>50	25-50	<25	—
4 (estrellas)	>50	25-50	<25	—
5 (admirable, alemán y braquipará)	>25	—	<5	—
6 (guineas)	>50	25-50	<25	—
7 (brachiarias)	>50	25-50	<25	—
8 (humidícola)	> 5	—	<25	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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. (1998). Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: 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.

Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

Doorembos J; Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33., Roma: FAO.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

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.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

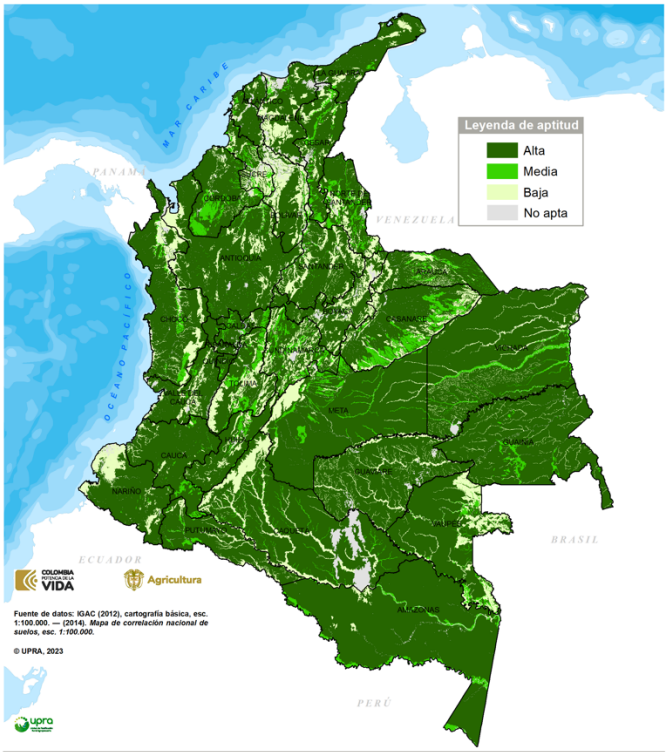
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

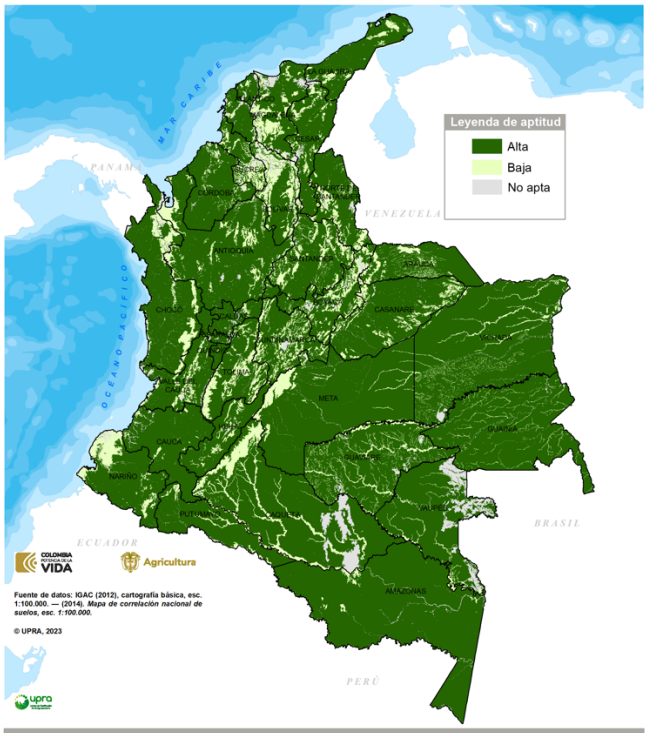
UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO - Grupos 1, 2, 3, 4, 6 y 7
Variable profundidad efectiva



CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO - Grupos 5 y 8
Variable profundidad efectiva

1.6.2. Variable *pedregosidad*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Fragmentos de roca de dos o más milímetros de diámetro presentes en el suelo. Se reconocen, de acuerdo con su tamaño, como *grava*, *guijarro*, *piedra* y *bloques* (Van Wambeke y Forbes, 1987). Se relacionan con el efecto sobre el volumen y espacio de exploración de las raíces.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos en los potreros, porque disminuyen el área para el almacenamiento de agua; acelera la infiltración; y disminuye el volumen de material de suelo que las raíces de los pastos pueden explorar para proveerse de nutrientes.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Se considera que en áreas donde hay fase de pedregosidad (fragmentos de roca mayor al 35 %), la aptitud es marginal para el establecimiento de los potreros, debido a que el volumen de material de suelo es muy poco para proveer de nutrientes y de agua a las plantas; e impide 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, pues solamente aparece la fase pedregosa, pero 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 a escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Es importante aclarar que la variable pedregosidad se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, con fase pedregosa o sin fase pedregosa, pero sin especificar los 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 científica relacionada, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos sin fase de pedregosidad; y, con aptitud baja, (A3) los que tienen 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 por pedregosidad

Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

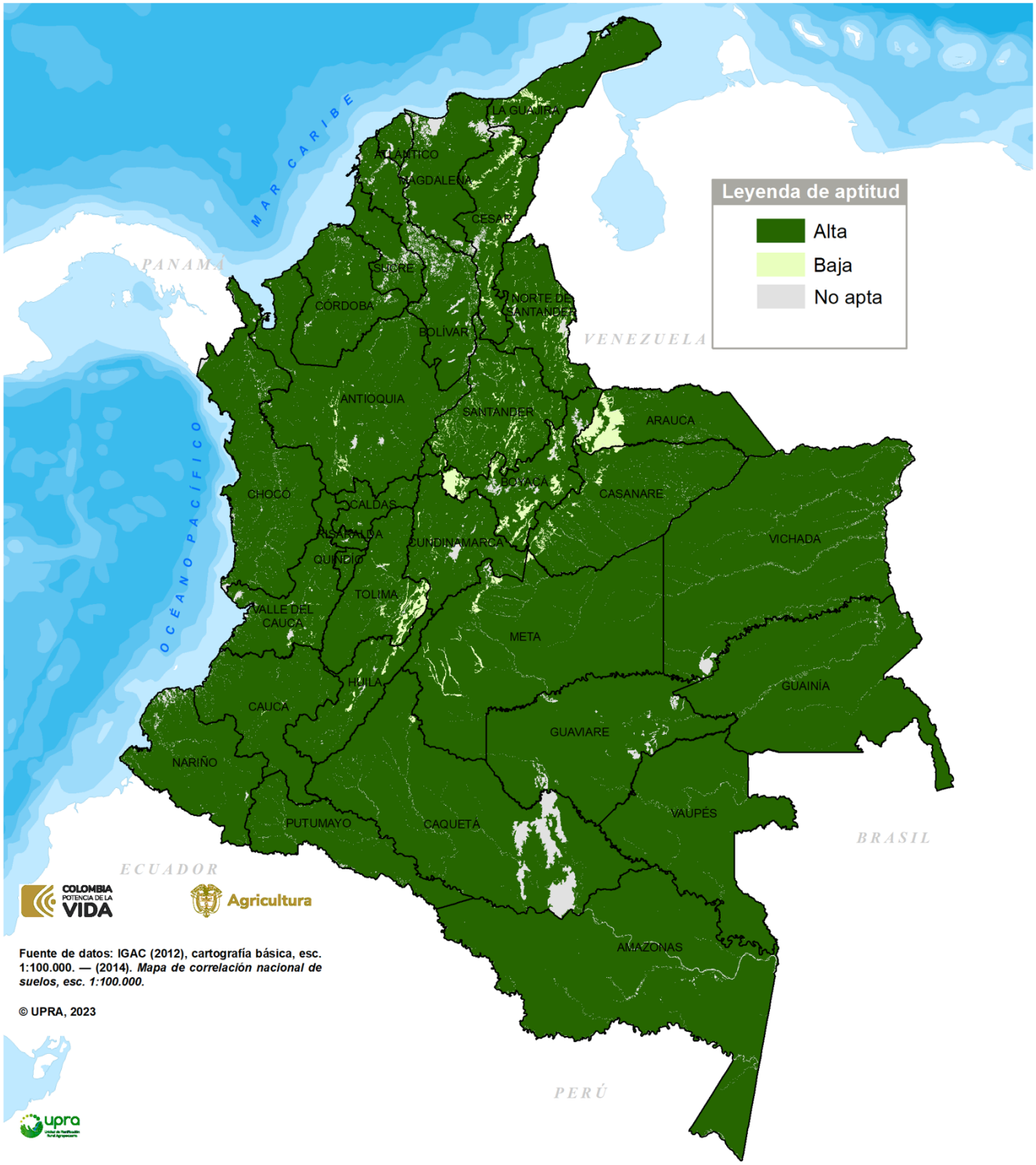
_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Uso interno. Bogotá: IGAC.

Van Wambeke, A; Forbes, T.R. (1987). Monografía técnica No. 15.Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. pág. 44-46. SMSS.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2023

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO
Variable pedregosidad

1.6.3. Variable *textura*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 dos milímetros (Malagón y Montenegro, 1990).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Se relaciona con la consistencia y la porosidad del suelo, que afecta la penetración de las raíces y el espacio entre partículas y que permite la circulación del oxígeno que favorece la aireación. En suelos de texturas finas, las raíces tienen mayor gasto de energía para penetrarlos; en los suelos gruesos, se puede presentar desarraigamiento de los pastos por el pisoteo de los ovinos, 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 textura se pueden establecer cultivos de estos pastos, sólo que los mismos dan niveles de aptitud diferentes, por lo que 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, cuyo criterio es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de la misma unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no son posibles 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 los pastos analizados, en relación con el crecimiento y buen desarrollo vegetativo con la información suministrada por los gremios y productores. 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, suministrado por el IGAC (2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La construcción de los rangos de textura se realizó para cada una de las agrupaciones de pasturas, según los requerimientos, lo cual derivó en un rango transversal (ICA, 1976; CIAT 2010; Baruch y Fisher 1997; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; Bernal, 1994). El resultado fue un mapa transversal para todas las agrupaciones, como se puede consultar en la siguiente tabla:

Grupo de pasturas	Aptitud			
	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 (angleton y climacuna)				
4 (estrellas)				
5 (admirable, alemán y braquipará)				
6 (guineas)				
7 (brachiarias)				
8 (humidícola)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). 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. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Obtenido de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

Doorembos J, y Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33.Roma: FAO.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

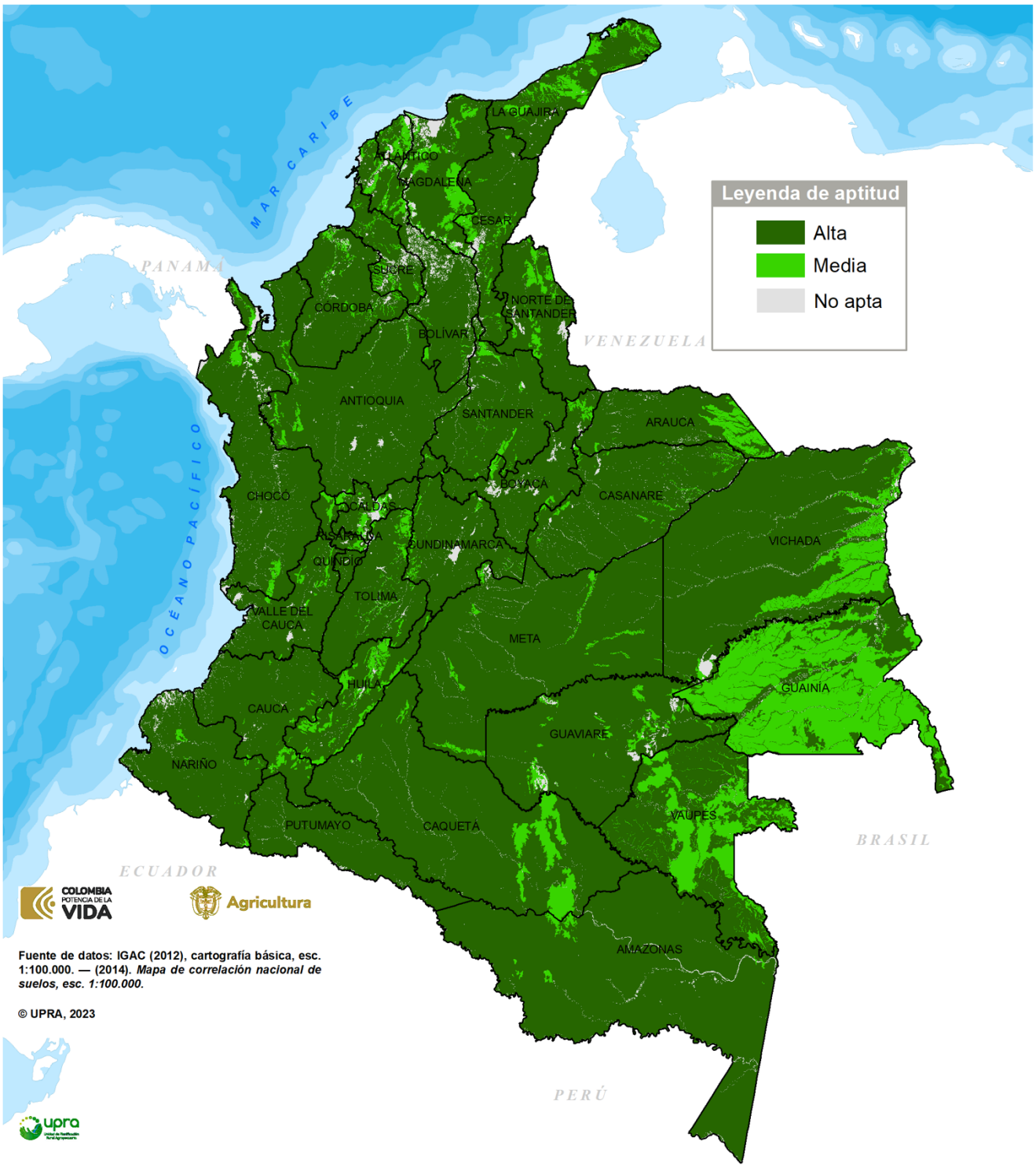
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: 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: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO
Variable textura

1.7. Criterio *capacidad de laboreo y pastoreo*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 el posterior desarrollo, mantenimiento y cosecha. Las labores pueden efectuarse de forma manual, con tracción animal o mecanizadas (FAO, 1976; UPRA, 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA LA ESPECIE

Incide en la posibilidad de pastoreo y de realizar las labores en los potreros, tanto manuales como mecanizadas. 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 ovinos 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, en las cuales 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 la unidad existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes distintas. La pedregosidad se encuentra como fase pedregosa, lo cual implica que tiene un cubrimiento en el suelo mayor al 35 %. Esta fase cartográfica se califica durante la etapa de campo del estudio de suelos.

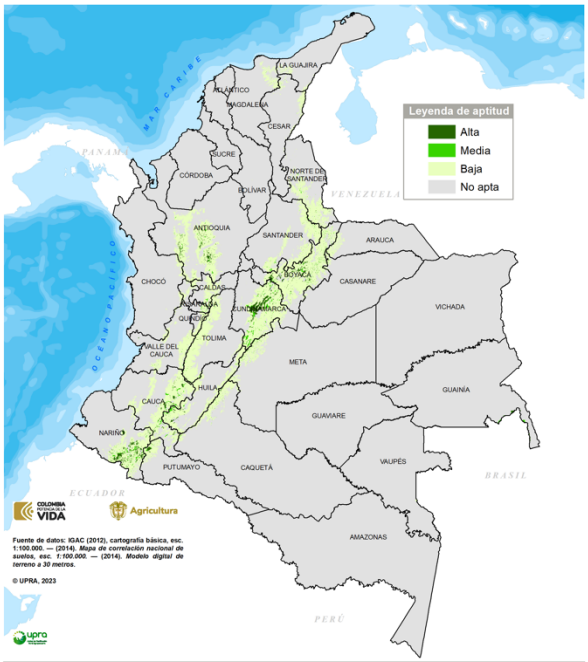
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de capacidad de laboreo para cada una de las agrupaciones de pasturas se definió a partir de un árbol de decisión en el que se integraron las variables. La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvo del mapa de correlación nacional de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014), que corresponde a la pendiente (fases cartográficas de pendiente), pedregosidad (fase de pedregosidad) y textura (clases texturales).

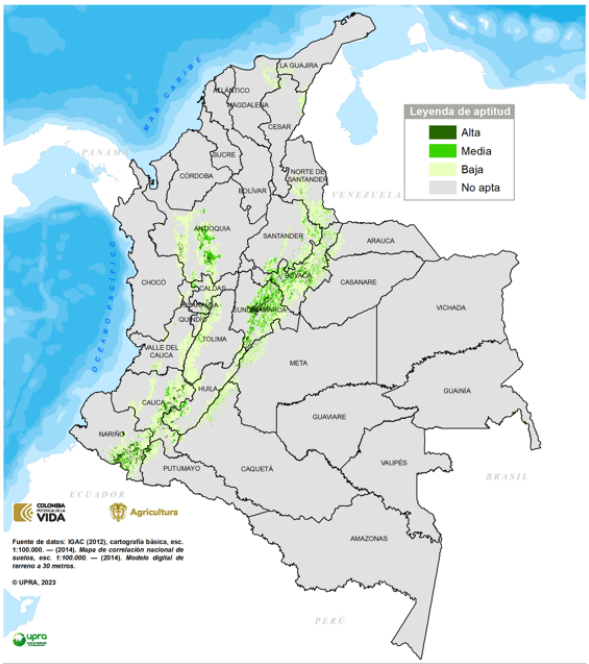
Árbol de decisión

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

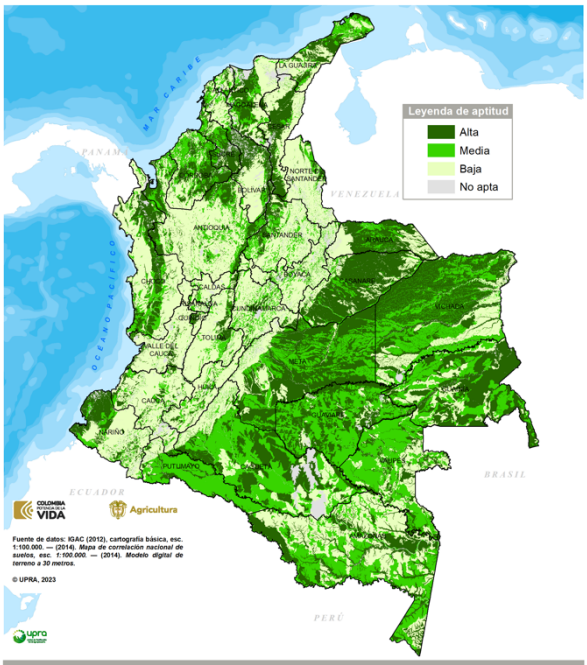
El resultado de integración del árbol de decisión por agrupación se muestra a continuación:



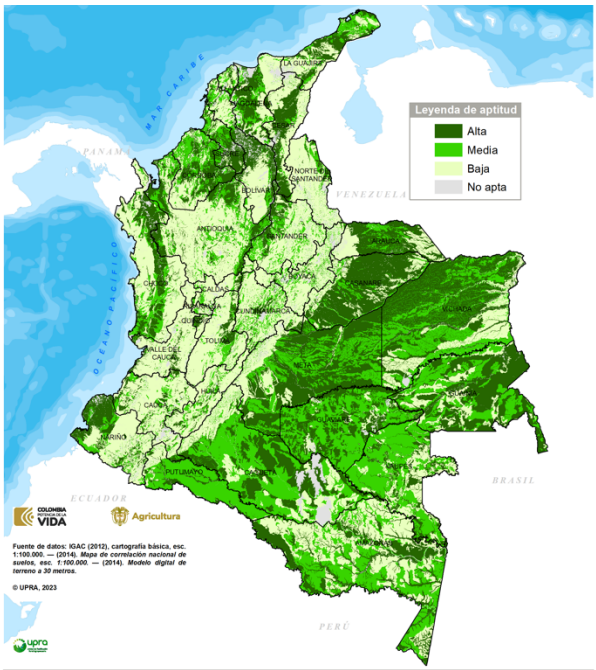
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 1



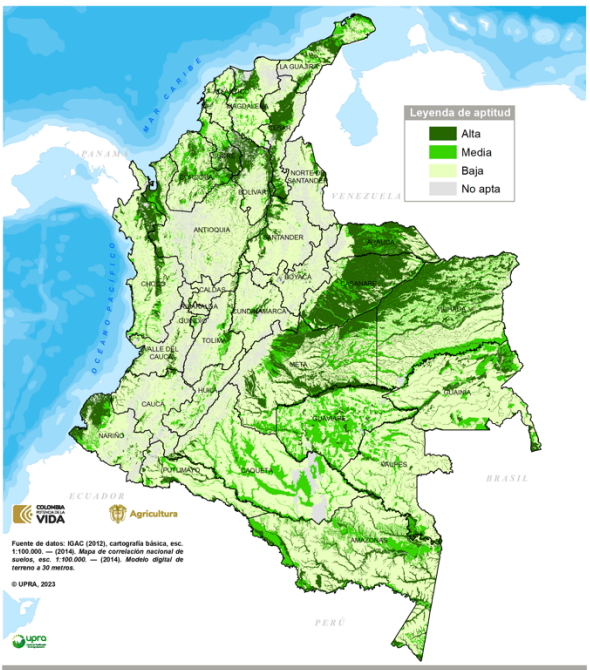
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 2



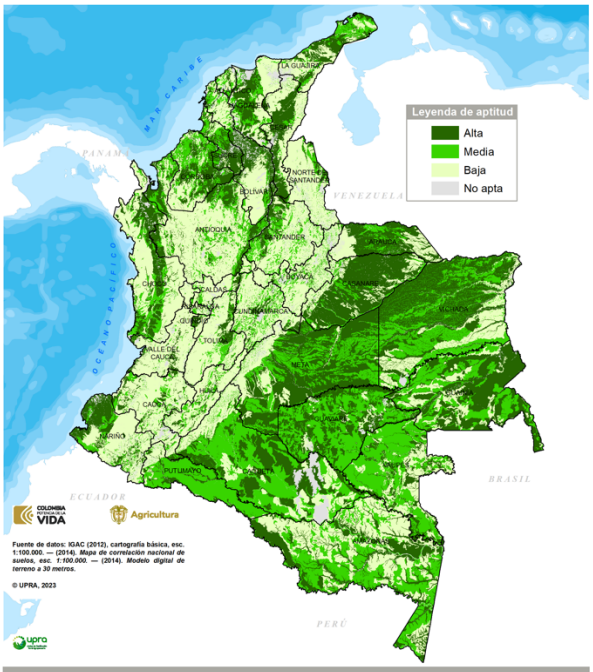
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 3



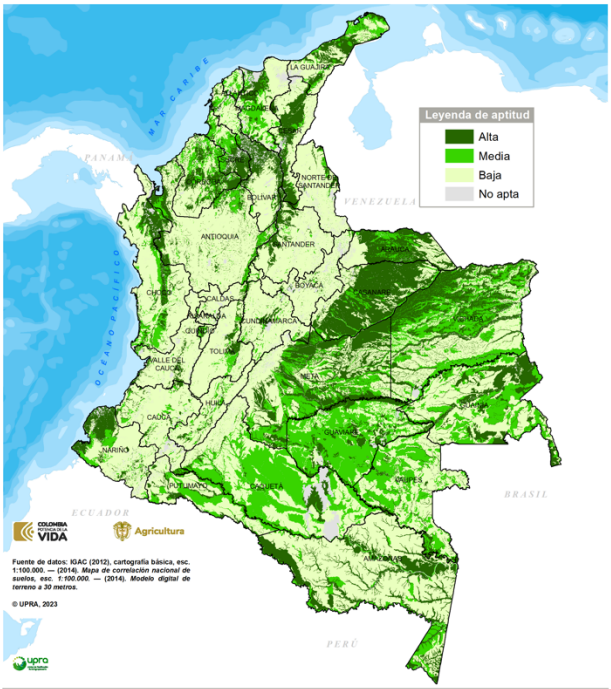
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 4



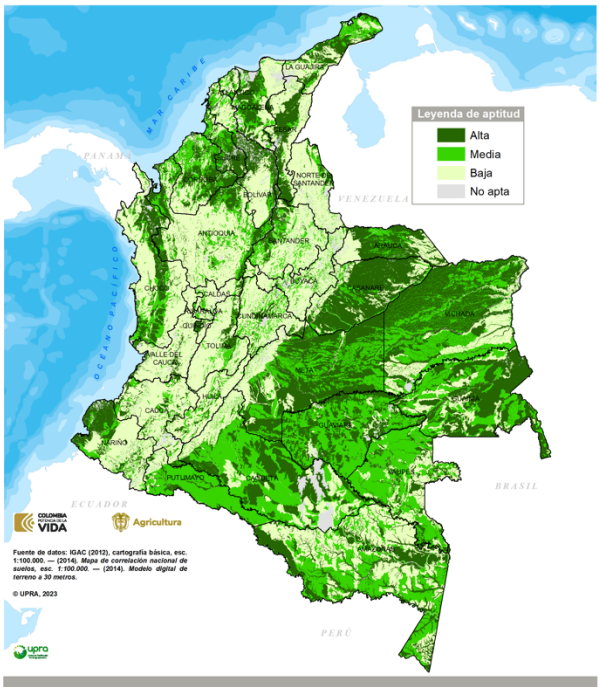
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 5



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 6



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 7



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 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	
Agrupaciones	Pesos
Grupo 1 (raigrases)	0,132
Grupo 2 (kikuyo)	0,088
Grupo 3 (angleton 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	1,000

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La determinación de la aptitud en el criterio de capacidad de laboreo se obtiene tomando las tres variables: pendiente, pedregosidad y textura, y comparando los rangos de aptitud entre sí. La calificación cualitativa del criterio tiene en cuenta la morfología y el hábito de crecimiento de cada agrupación de pastos (Corpoica, 2017; Arce, Peña y Cárdenas, 2013; CIAT, 2010; Argel, 2005; Bernal, 1994; Lapointe & Miles, 1992; Ara, 1997; ICA, 1976).

Criterio de calificación	Aptitud
Condiciones óptimas de laboreo y pastoreo para la producción de carne ovina	Alta (A1)
Se presentan limitaciones moderadas para el pastoreo y la realización de labores en el cultivo de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Se presentan fuertes limitaciones para la realización del pastoreo y las labores en el cultivo de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
Se presentan restricciones que imposibilitan el pastoreo y las labores en el cultivo de pastos para la producción de carne ovina	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

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.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

_. (2020). Mecanización agrícola sostenible. Recuperado de http://www.fao.org/sustainable-agricultural-mechanization/guidelinesoperations/es/.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (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. Bogotá: IGAC.

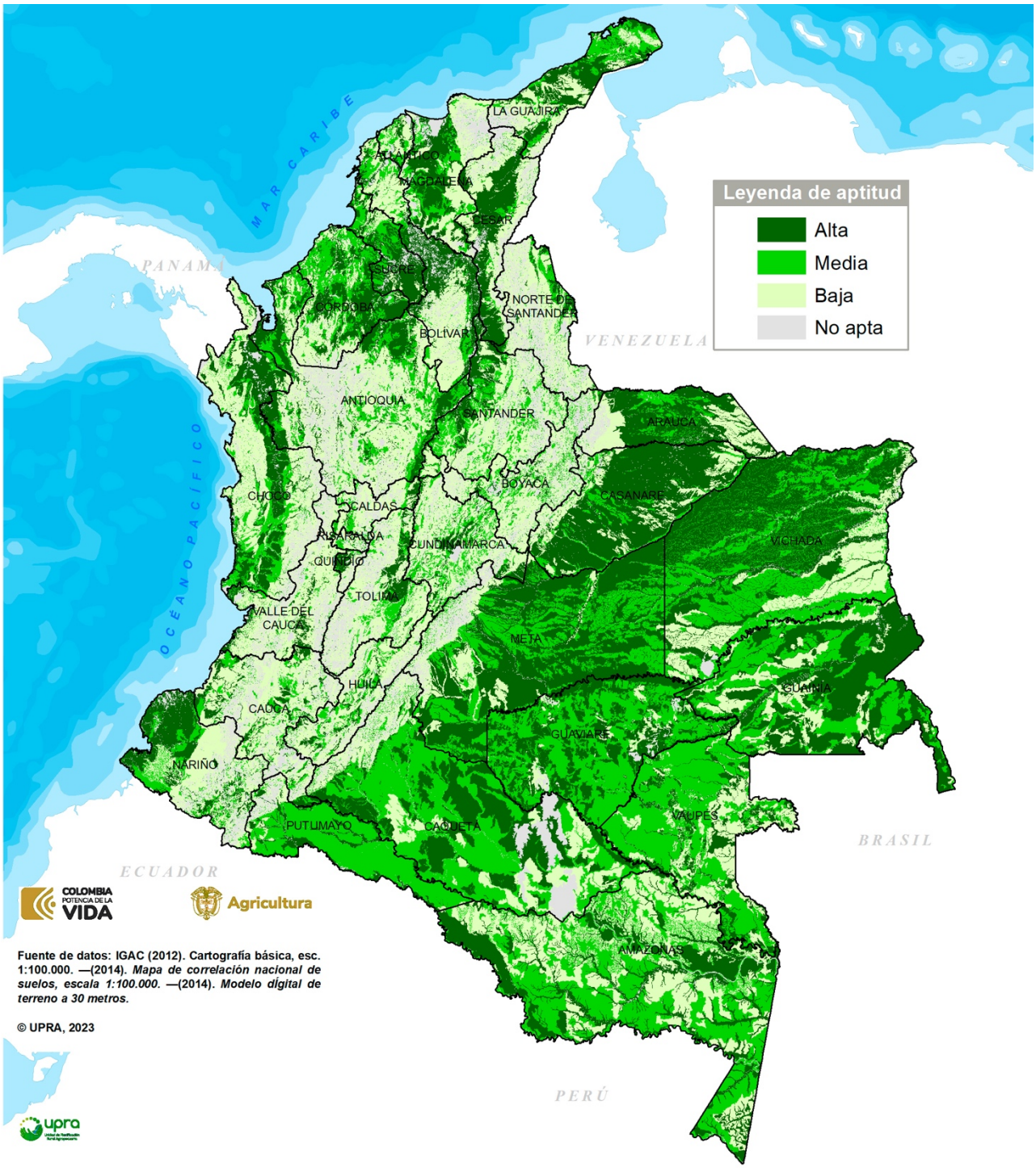
Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

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

UPR. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

Van Wambeke, A., & Forbes, T. (1987). Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. Washington: Universidad de Cornell.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO

1.7.1. Variable *pendiente*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 (SSSAmerica, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Afecta directamente la actividad del pastoreo de los ovinos, los procesos erosivos del suelo y 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 agrupación de pasturas.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Presenta generalizaciones 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 pendiente se basó en las fases cartográficas por pendiente del mapa de correlación de suelos a escala 1:100.000 (IGAC, 2014), como se puede observar en la siguiente tabla:

Fase	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 los requerimientos (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher,1997; Arce, Peña y Cárdenas 2013; Bernal 1994), como se expone a continuación.

	Aptitud			
Grupo de pasturas	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 (angleton 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

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de pendiente.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies Forrajeras Multipropósito, Opciones para Productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo18, 2016. recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

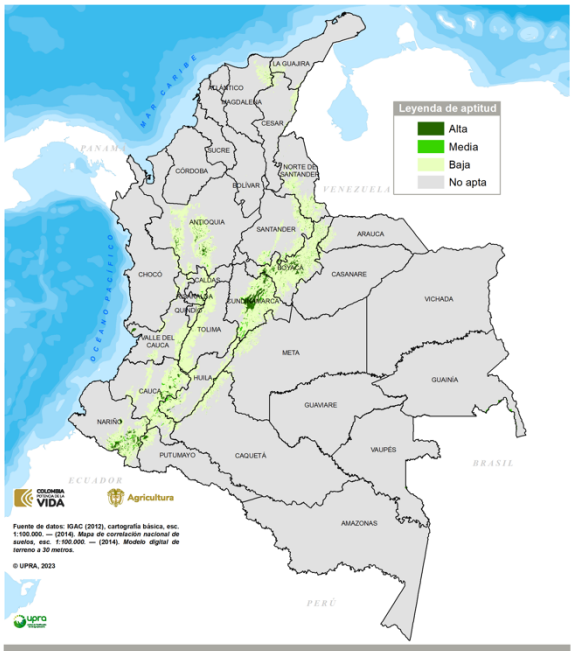
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

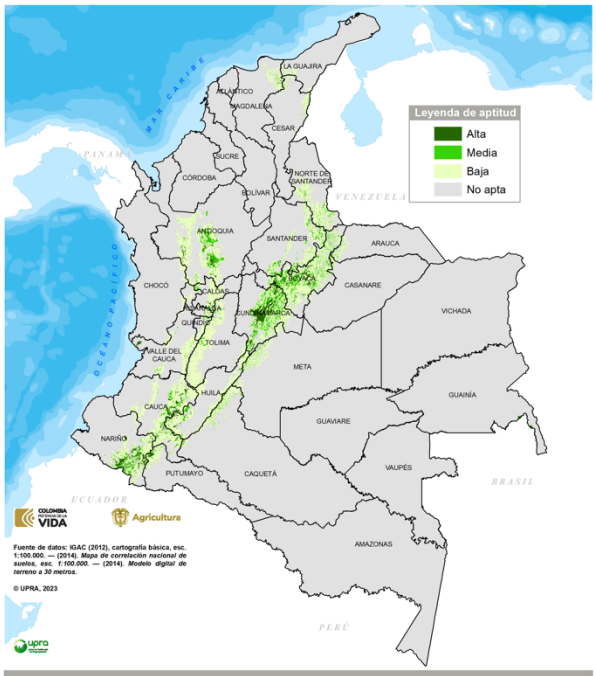
UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

Soil Science Society of America. (2018, agosto). Glossary of Soils Science Terms. Recuperado de: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>.

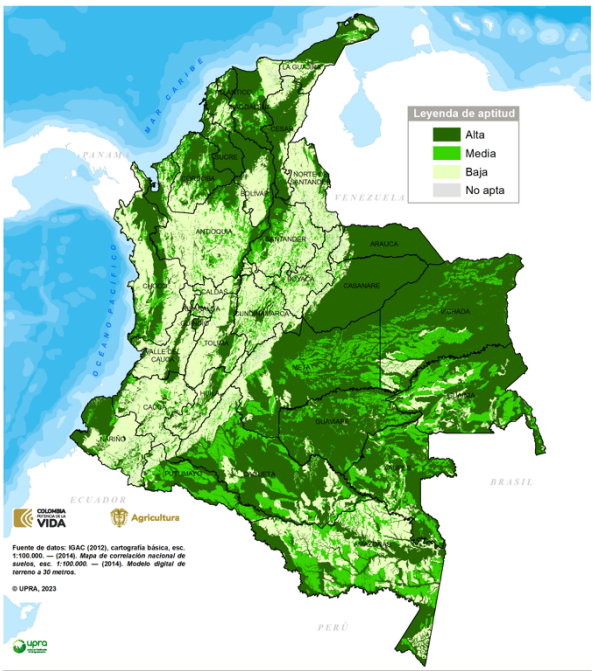
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



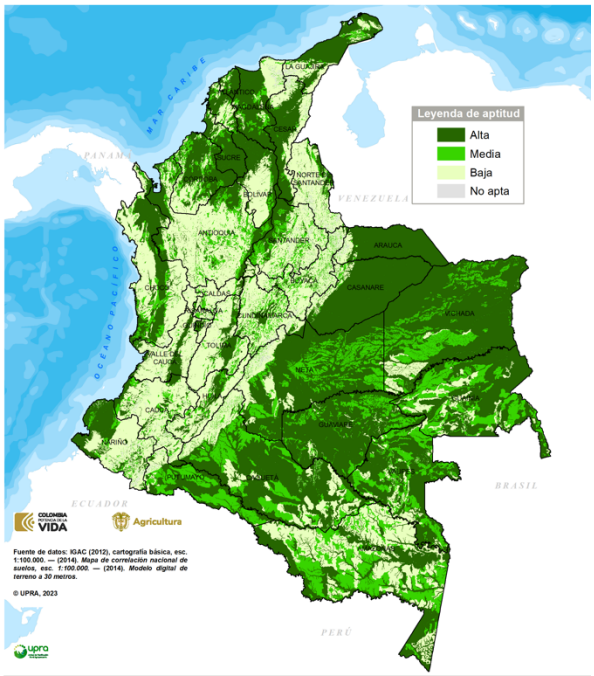
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 1
Variable pendiente



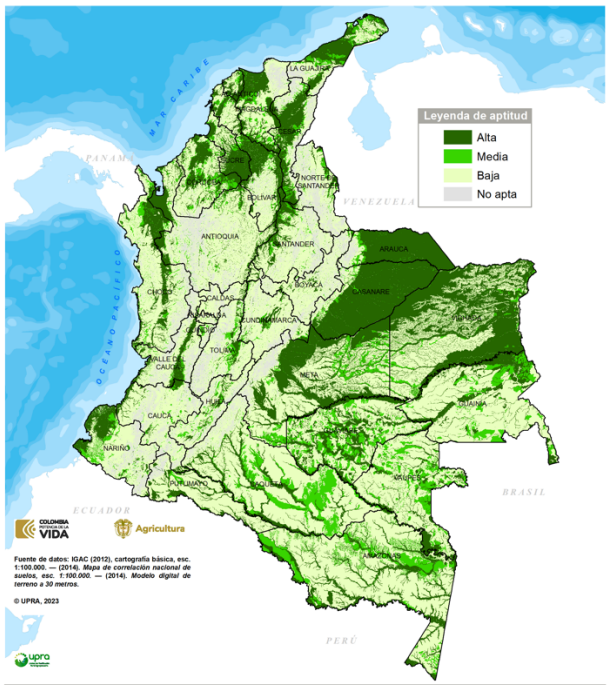
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 2
Variable pendiente



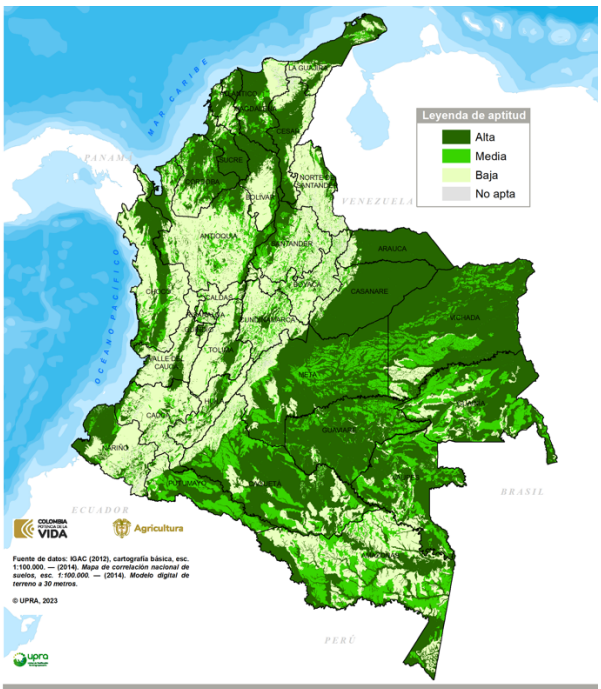
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 3
Variable pendiente



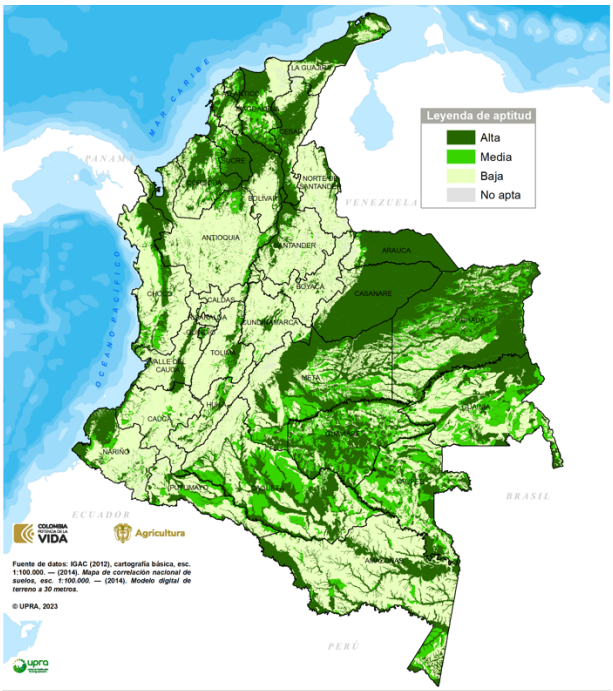
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 4
Variable pendiente



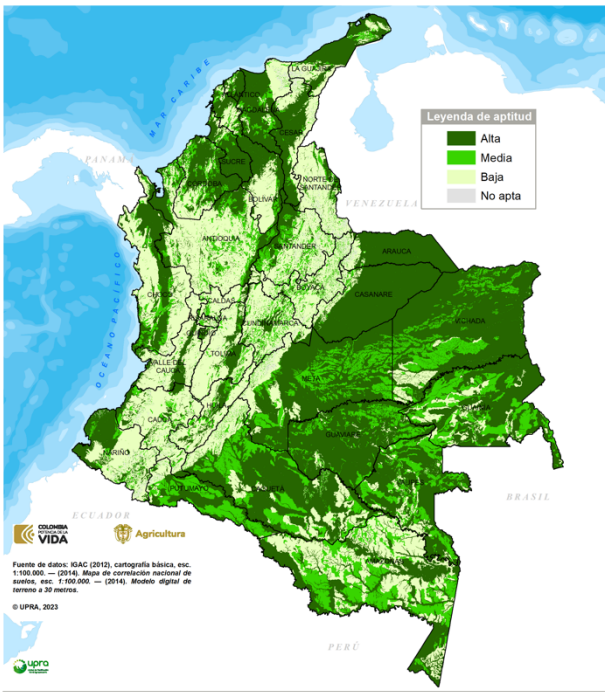
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 5
Variable pendiente



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 6
Variable pendiente



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 7
Variable pendiente



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO - Grupo 8
Variable pendiente

1.7.2. Variable *pedregosidad*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: *CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO*		
VARIABLE: *pedregosidad*	UNIDAD DE MEDIDA: fase cartográfica	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Hace referencia a la cantidad de fragmentos de roca de dos milímetros 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*.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los fragmentos de roca sobre la superficie del suelo son muy adversos porque influyen negativamente en las prácticas de laboreo cuando se usa maquinaria o implementos manuales; además, pueden disminuir el área de siembra de los pastos y dificultar 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), pues solamente aparece la fase pedregosa, pero 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 a 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, como 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), por lo que la aptitud es baja.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con diferentes consultas a gremios, productores y la literatura científica relacionada, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos que no presentan fase pedregosa y con aptitud baja (A3), con respecto a a los que sí presentan (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 por pedregosidad

Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: fase cartográfica de pedegrosidad.

FUENTES DE INFORMACIÓN

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

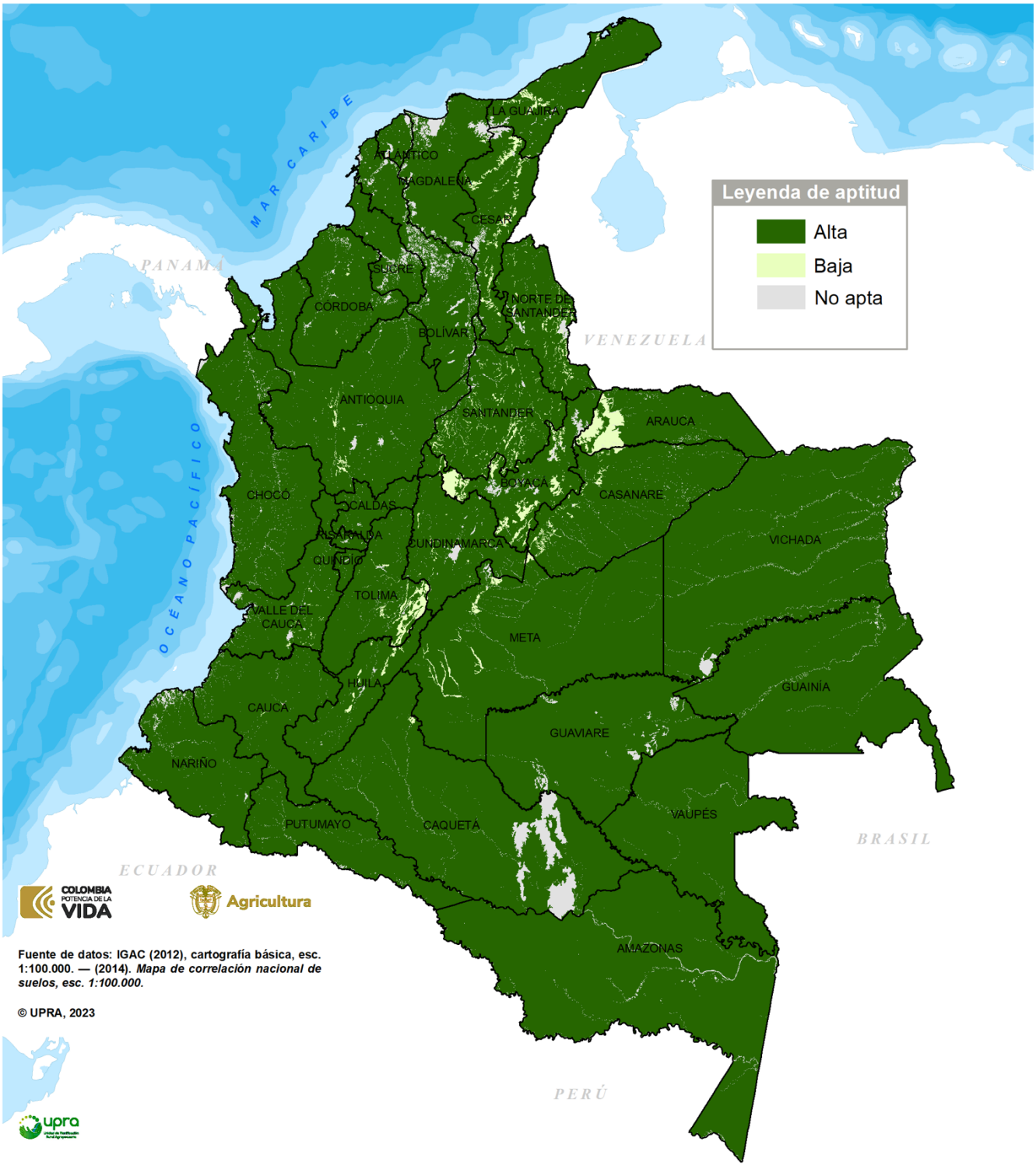
_- (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales. Uso interno. Bogotá: IGAC.

Van Wambeke, A., y Forbes, T.R. (1987). Monografía técnica No. 15. Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas. pág. 44-46 SMSS.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2023

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO
Variable pedregosidad

1.7.3. Variable *textura*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 dos milímetros (Malagón y Montenegro, 1990).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Se relaciona con la consistencia del suelo que determina la resistencia a la ruptura y deformación en los diferentes estados de humedad, lo cual afecta los requerimientos de potencia en las labores en los potreros.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Aunque la textura incide en los 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 la 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 la calificación. El criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferentes, lo cual 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, elaborado 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, las 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 los requerimientos, lo cual derivó en un rango transversal (ICA, 1976; CIAT, 2010; Baruch y Fisher 1997; Arce, Peña y Cárdenas 2013; Bernal 1994).

Grupo de pasturas	Aptitud			
	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 (angleton y climacuna)				
4 (estrellas)				
5 (admirable, alemán y braquipará)				
6 (guineas)				
7 (brachiarias)				
8 (humidícola)				

UNIDAD DE ANÁLISIS

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 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.

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

CIAT. (1997). Establecimiento y renovación de pasturas. VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. México.

_. (2010). Especies forrajeras multipropósito, opciones para productores del Trópico Americano. Cali: CIAT.

Corpoica. (2017). Alimentro. Recuperado de: http://www.Corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/alimentro.

Doorembos J, y Kassam A. (1979). Yield response to water. Estudio de riego y drenaje N°33. Roma: FAO.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

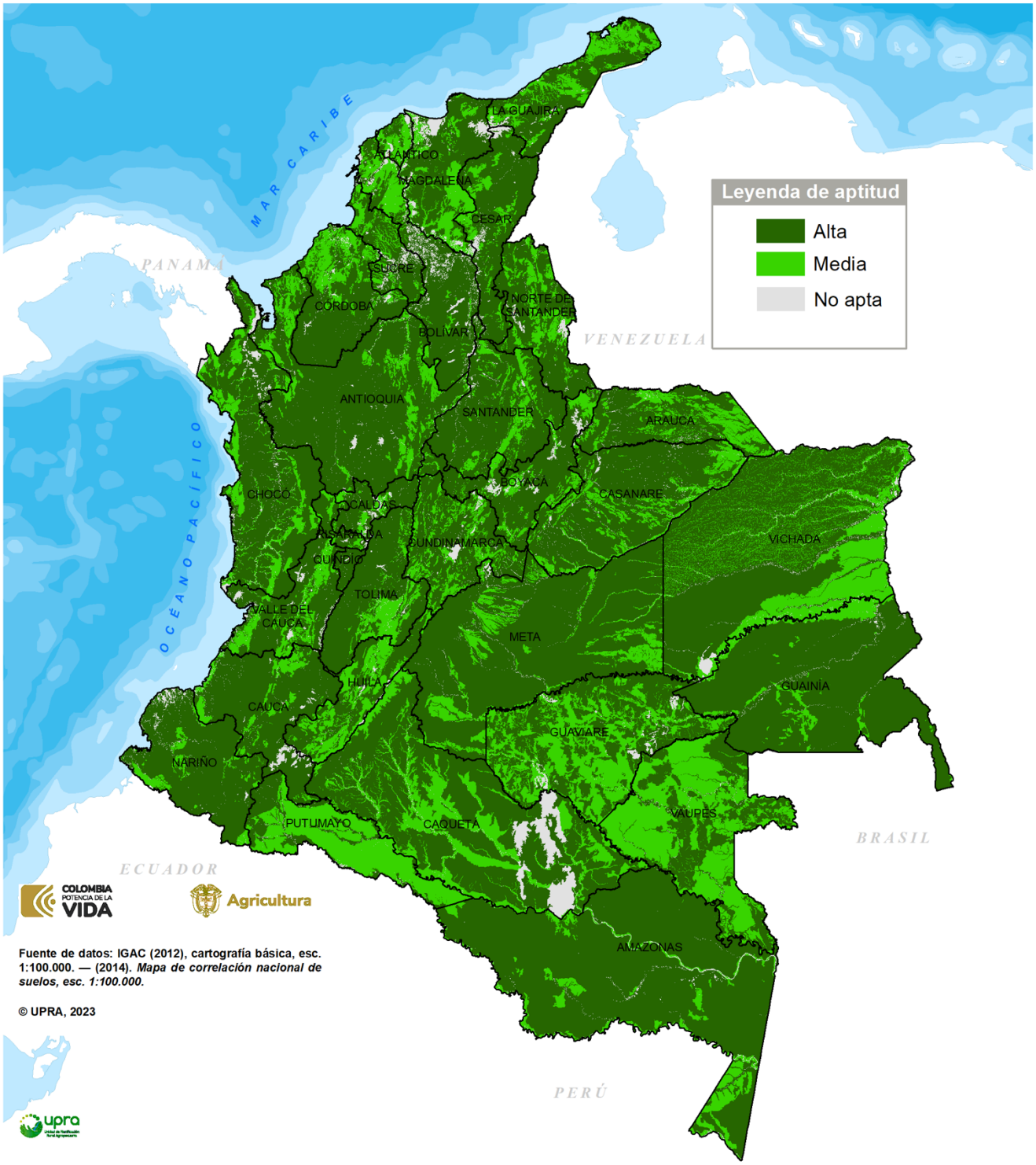
_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

Malagón, D. y 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: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2023

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO Y PASTOREO
Variable textura

1.8. Criterio *susceptibilidad a la pérdida de suelos*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO: *SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Las variables asociadas al criterio no se califican de 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 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 (SSSAmerica, 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 del suelo, lo cual origina una disminución de la productividad (FAO, 1976; 1991).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los procesos erosivos y los movimientos en masa indican limitación en el uso y manejo de las tierras, lo cual incrementa los costos de manejo de acuerdo con el grado de deterioro. El uso en pastoreo involucra pisoteo de los ovinos y llevaría 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 debe estar destinada a la restauración ecológica.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, según las cuales para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad en la unidad. Esto significa que dentro de la unidad existen áreas que tienen calificaciones distintas al componente mayor y corresponden a aptitudes diferentes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio de susceptibilidad a la pérdida de suelo se estableció a través de un árbol de decisión transversal para la producción de carne ovina 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 (%) a partir del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 30 metros; y el mapa de amenazas por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano (SGC) a través del árbol de decisión que se describe a continuación:

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
	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
			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
			Alta	A3
			Muy alta	N1
	Severa	≤25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
		>25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
	Muy severa	≤25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
		>25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar los niveles de aptitud se relaciona con 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 presentan los criterios cualitativos de calificación:

Criterio de calificación	Aptitud
Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Alta (A1)
Condiciones que presentan moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Media (A2)
Condiciones que presentan fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	Baja (A3)
Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo que imposibilitan el establecimiento de pastos para la producción de carne ovina	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Fases por erosión; unidades cartográficas de degradación de suelos por erosión; unidades cartográficas de susceptibilidad relativa a movimientos en masa.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Bernal, J. (1994). Pastos y forrajes, producción y manejo, Fondo ganadero, Bogotá.

FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperdo de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es

_. (1991). Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils Bulletin 58. Rome: FAO.

ICA. (1976). Cursos de pastos y forrajes, Compendio Numero 11. Bogotá: ICA.

Ideam. (2015). Degradación de suelos por erosión. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC.

_. (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, Agosto). Soils sustain life. https://www.soils.org/publications/soils-glossary#.

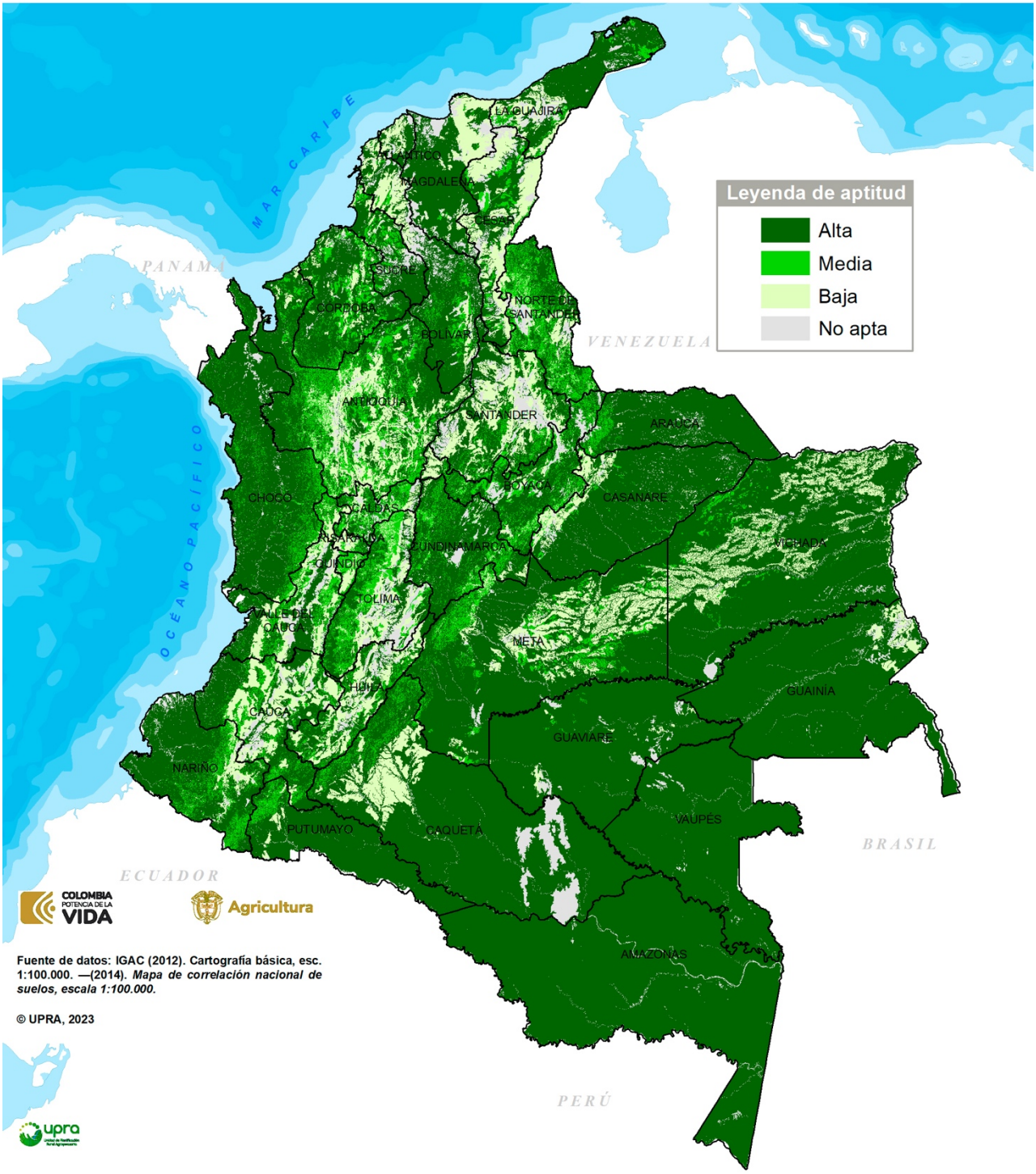
Soil Survey Staff. (2014). Keys to Soils Taxonomy. Washington: USDA.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DEL SUELO

1.9. Criterio *susceptibilidad fitosanitaria*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO: *SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mión de los pastos, expresada en grados centígrados (°C).

Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) asociado a complejo de salivazo o mión de los pastos, expresado como adimensional.

Temperatura media anual asociada al chinche de los pastos Collaria sp., expresada en grados centígrados (°C).

DEFINICIÓN

Condiciones ambientales que afectan el potencial de aparición, dispersión y propagación de plagas y enfermedades en los pastos. En nuestro caso, se refiere al complejo de salivazo o mión de los pastos y al chinche de los pastos. La temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mión de los pastos y al chinche *Collaria* sp. se interpreta como la medida del estado térmico del aire y su habilidad de transmitir calor a su alrededor. Para nuestro caso, es determinante en el metabolismo de los insectos, pues afecta su potencial aparición, incidencia y severidad (Rodríguez y Boshel, 2011; Barreto y Martínez, 1998; Ramirez y Gaitán, 2002). El índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC), asociado a complejo de salivazo o mión de los pastos, es la relación entre la precipitación y la evapotranspiración mes a mes llevada a una medida de tendencia central, la cual permite estimar la estacionalidad en la humedad ambiental, que para este caso es determinante en la potencial aparición, incidencia y severidad de los insectos.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Impacta los rendimientos en carne y leche, dado que afecta la calidad y cantidad de forraje de las praderas e incrementa las prácticas de manejo de esas praderas, lo que incide directamente en la productividad ovina.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

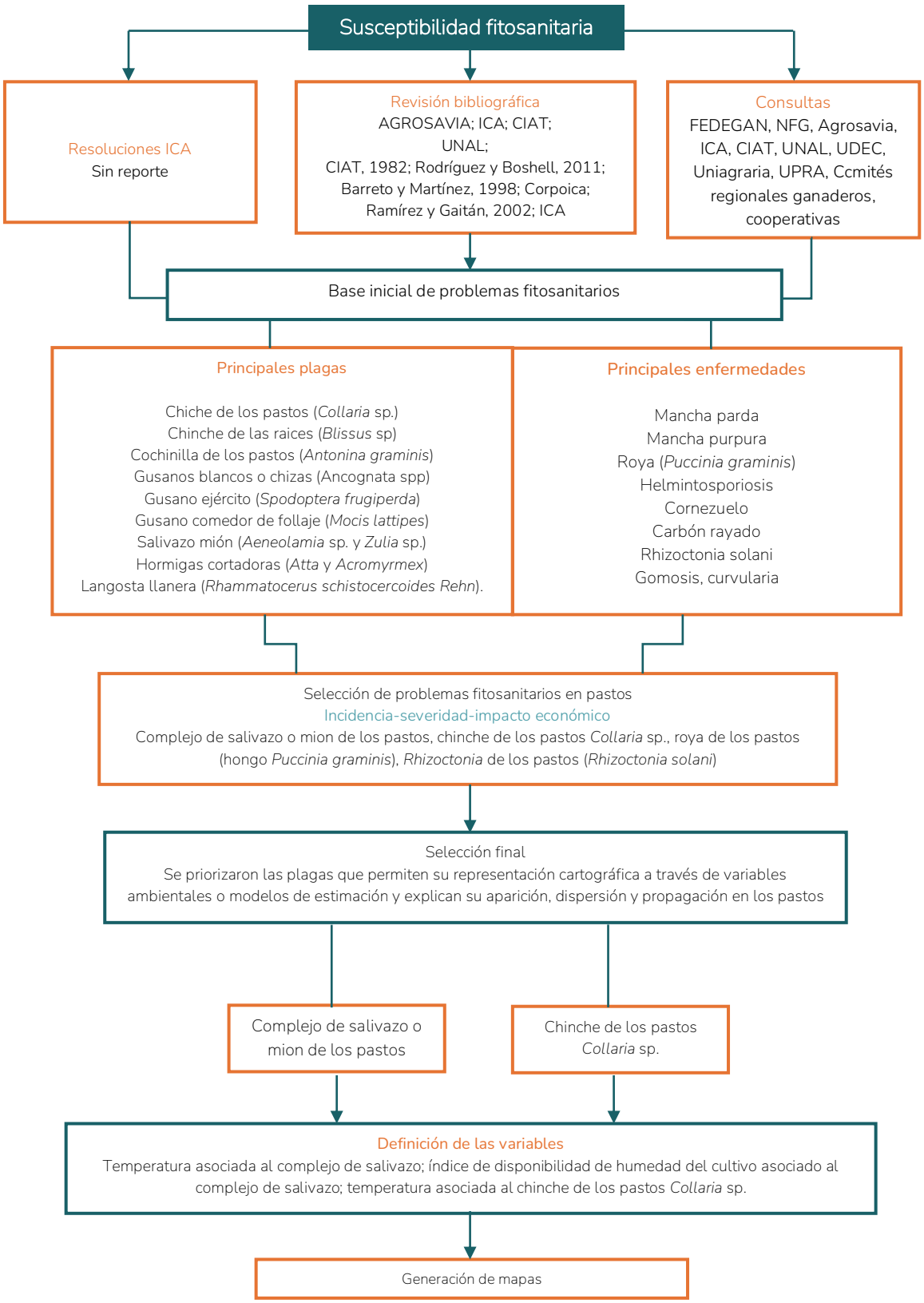
No hay rangos de exclusión (N1) para el criterio susceptibilidad fitosanitaria, debido a que éstos son subsanables a través de prácticas de manejo, como el pastoreo anticipado a la programación de corte.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Deficiencia de información del estatus fitosanitario y de estudios que relacionen los problemas de los pastos en función de los factores que propician la aparición, dispersión y propagación de plagas y enfermedades; así como modelos de estimación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La metodología de evaluación del criterio comprende un paso a paso, que inicia con el estado actual de resoluciones de la entidad de vigilancia sanitaria para el sector agropecuario: el ICA, seguidamente de los problemas fitosanitarios reportados, del impacto económico, de la posibilidad de representación cartográfica a través de variables ambientales o modelos de estimación. El esquema se resume a continuación:


Susceptibilidad fitosanitaria
Resoluciones ICA
Sin reporte
Revisión bibliográfica
AGROSAVIA; ICA; CIAT;
UNAL;
CIAT, 1982; Rodríguez y Boshell, 2011;
Barreto y Martínez, 1998; Corpoica;
Ramírez y Gaitán, 2002; ICA
Consultas
FEDEGAN, NFG, Agrosavia,
ICA, CIAT, UNAL, UDEC,
Uniagraria, UPRA, Ccmités
regionales ganaderos,
cooperativas
Base inicial de problemas fitosanitarios
Principales plagas
Chiche de los pastos (Collaria sp.)
Chinche de las raices (Blissus sp)
Cochinilla de los pastos (Antonina graminis)
Gusanos blancos o chizas (Ancognata spp)
Gusano ejército (Spodoptera frugiperda)
Gusano comedor de follaje (Mocis lattipes)
Salivazo mión (Aeneolamia sp. y Zulia sp.)
Hormigas cortadoras (Atta y Acromyrmex)
Langosta llanera (Rhammatocerus schistocercoides Rehn).
Principales enfermedades
Mancha parda
Mancha purpura
Roya (Puccinia graminis)
Helmintosporiosis
Cornezuelo
Carbón rayado
Rhizoctonia solani
Gomosis, curvularia
Selección de problemas fitosanitarios en pastos
Incidencia-severidad-impacto económico
Complejo de salivazo o mion de los pastos, chinche de los pastos Collaria sp., roya de los pastos (hongo Puccinia graminis), Rhizoctonia de los pastos (Rhizoctonia solani)
Selección final
Se priorizaron las plagas que permiten su representación cartográfica a través de variables ambientales o modelos de estimación y explican su aparición, dispersión y propagación en los pastos
Complejo de salivazo o mion de los pastos
Chinche de los pastos Collaria sp.
Definición de las variables
Temperatura asociada al complejo de salivazo; índice de disponibilidad de humedad del cultivo asociado al complejo de salivazo; temperatura asociada al chinche de los pastos Collaria sp.
Generación de mapas

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

A continuación, se presenta la calificación cualitativa del criterio:

Criterio de calificación	Aptitud
Las mejores condiciones para el desarrollo de los pastos por la baja susceptibilidad a la posible aparición, dispersión y propagación de las plagas	Alta (A1)
Condiciones moderadas para el desarrollo de los pastos por la posible susceptibilidad a la aparición, dispersión y propagación de las plagas	Media (A2)
Condiciones marginales para el desarrollo de los pastos por la alta susceptibilidad a la presencia, aparición, dispersión y propagación de las plagas	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Isolíneas.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 215-229.

Bernal J. (1994). Pastos y Forrajes Tropicales: producción y manejo. Fondo ganadero. Bogotá.

Calderon, M.; Arango, G. y Varela, F. A. (1982). Cercópidos plagas de los pastos en América Tropical. Biología y Control. Cali: CIAT.

Lapointe S.L. and Miles J.W. (1992) Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution, Cali: CIAT. .

Ideam. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

ICA. (2020). Reportes de plagas y enfermedades, vigilancia epidemiológica reportes 2013 - 2016. Bogotá: ICA.

Jimenez, N.; Torregroza, L.; Peck, D.; Negrete, F.; Medina, J.; Pérez, A.; Reza, S.; Cuadrado, H.; Pérez, J.E. y Ochoa, A. (2001). Manejo Integrado del mión de los pastos en la región caribe colombiano. Bogotá: Corpoica.

Martínez Granja, E.; Barreto Triana, N. (1998). La Chinche de los pastos Collaria Scenica Stal en la sabana de Bogotá. Corpoica.

Pardo Barbosa, O.; Pérez López, O. (2018). Alternativas forrajeras para los llanos orientales de Colombia 2. Bogotá: Corpoica.

Ramirez Gaitan, C.A.; Diaz Riveros, G. (2002). Chinche de los pastos (*Collaria scenica*): Una amenaza para la producción lechera en la sabana de Bogotá y valles de Ubate y Chiquinquira, Recomendaciones básicas para su manejo. Bogotá: ICA.

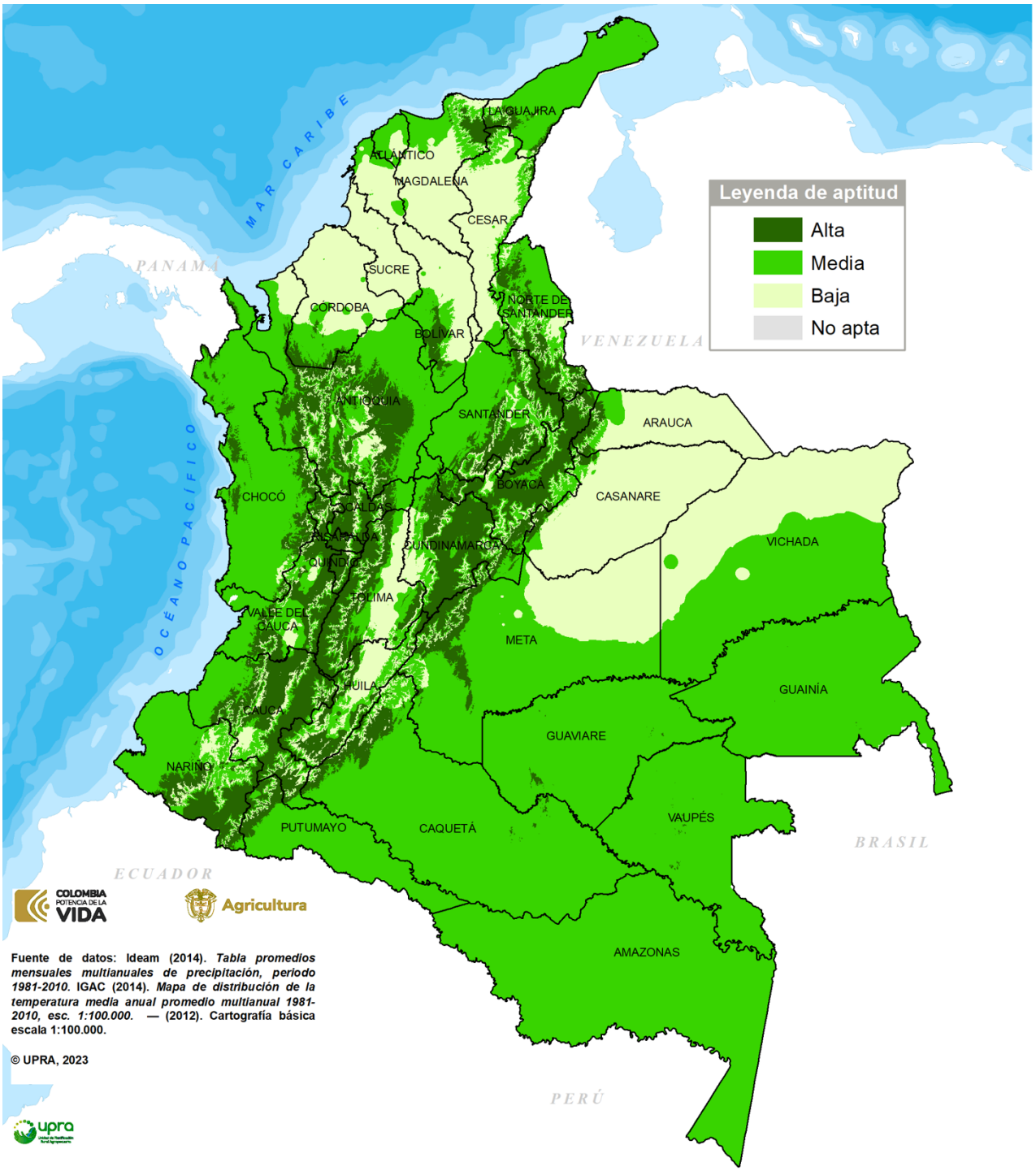
Ideam. (2020). Raster Ideam (normales climatológicas 1981-2010). Bogotá: Ideam.

Rodríguez Roa, A. O. (2011). Desarrollo de un sistema de alertas agroclimáticas tempranas para la chinche de los pastos, Collaria scenica. en la sabana de Bogotá. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia.

UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA.

UPRA. (2016, Abril). Flujograma metodología identificación variables fitosanitarias. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA DE LOS PASTOS

1.9.1 Variable *temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mion de los pastos*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (Ovis aries) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANOTARIO		
CRITERIO ASOCIADO: *SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA*		
VARIABLE: *temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mion de los pastos*	UNIDAD DE MEDIDA: grados centígrados (°C)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Medida del estado térmico del aire y la habilidad de transmitir calor a su alrededor, que, para este caso, es determinante en el metabolismo del insecto, pues afecta su potencial aparición, incidencia y severidad (Barreto y Martínez, 1998; Ramírez y Gaitán, 2002; Rodríguez y Boshell, 2011).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Efecto directo sobre el crecimiento y desarrollo de las plagas que afectan los pastos. Estos organismos dependen de un rango de temperatura que comprende valores máximos y mínimos, fuera del cual su aparición, crecimiento y desarrollo se detiene o se disminuye. Entre estos dos valores se encuentra el óptimo grado de desarrollo (UPRA, 2016).

En la siguiente tabla se presentan los pastos afectados por el complejo salivazo:

Grupos de pasturas	Susceptible	Tolerante	Resistente
3 angleton y climacuna	X	—	—
4 estrellas	X	—	—
5 admirable, alemán y braquipará	X	—	—
6 guineas	X	—	—
7 braquiarias	X	—	—
8 humidícola	X	X	—

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se presentan valores de exclusión, dado que en los casos de ataques de la plaga el control se basa en el manejo del pastoreo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dispone de una base de datos actualizada de la información térmica de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas. Actualmente, se tiene sólo hasta el año 2010.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se construyó una tabla cuya variable independiente fue *temperatura media anual*; la dependiente fue población del insecto, para lo cual se utilizó el reporte científico de Calderón, et ál. (1982): *Cercópidos, plagas de los pastos en América tropical: biología y control*. Con base en esta fluctuación, se definieron los rangos.

UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad final de análisis que se tomó fue el mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam, el cual se basa en la serie histórica 1980-2010.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las variables asignadas para la construcción de rangos de temperatura se realizaron con base en los trabajos de Calderón et ál. (1982).

Variable	Unidad medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Temperatura media anual asociada al complejo salivazo	°C	<24	≥24	—	—

UNIDAD DE ANÁLISIS

Isotermas.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 215-229.

Bernal J. (1994). Pastos y Forrajes Tropicales: producción y manejo. Fondo ganadero. Bogotá.

Calderon, M.; Arango, G. y Varela, F. A. (1982). Cercópidos plagas de los pastos en América Tropical. Biología y Control. Cali: CIAT.

ICA. (2020). Reportes de plagas y enfermedades, vigilancia epidemiológica reportes 2013 - 2016. Bogotá: ICA

Ideam. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

_.. (2020). Raster Ideam (normales climatológicas 1981-2010). Bogotá: Ideam.

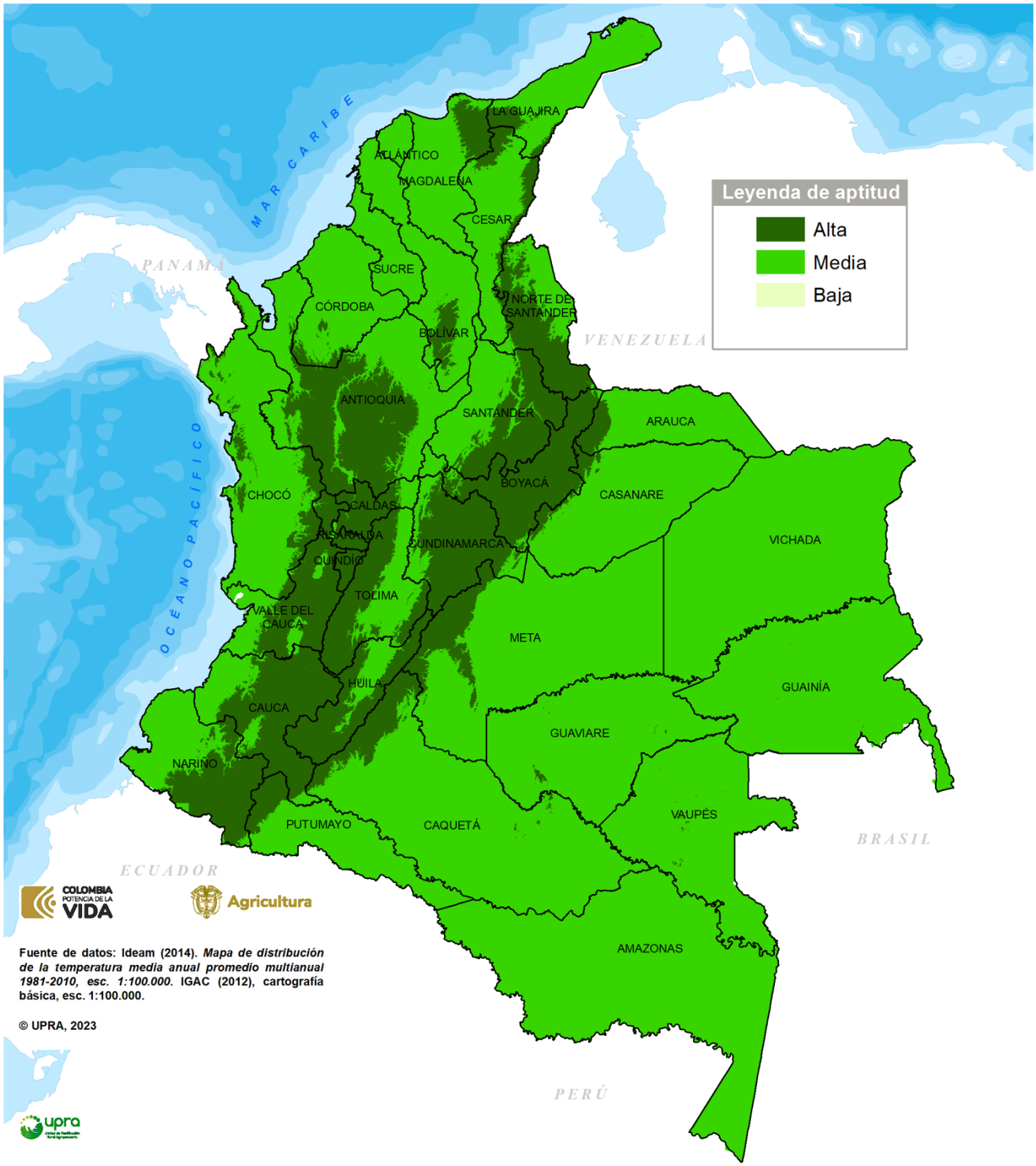
Jimenez, N.; Torregroza, L.; Peck, D.; Negrete, F.; Medina, J.; Pérez, A.; Reza, S.; Cuadrado, H.; Pérez, J.E. y Ochoa, A. (2001). Manejo Integrado del mión de los pastos en la región caribe colombiano. Bogotá: Corpoica.

Lapointe S.L. and Miles J.W. (1992) Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution, Cali: CIAT.

Pardo Barbosa, O.; Pérez López, O. (2018). Alternativas forrajeras para los llanos orientales de Colombia 2. Bogotá: Corpoica

UPRA. (2016, Abril). Flujograma metodología identificación variables fitosanitarias. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA DE LOS PASTOS

Variable temperatura media anual asociada al complejo de salivazo o mión de los pastos

1.9.2. Variable *índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) asociado al complejo de salivazo o mion de los pastos*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: *SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA*		
VARIABLE: *índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) asociado al complejo de salivazo o mion de los pastos*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Relación entre la precipitación y la evapotranspiración mes a mes llevada a una medida de tendencia central, que permite estimar la estacionalidad de la humedad ambiental. Ésta, para nuestro caso, es determinante en la potencial aparición, incidencia y severidad de la plaga.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide directamente en la potencial aparición de la plaga, dado que el complejo de salivazo o mion de los pastos y su comportamiento están estrechamente relacionados con las condiciones climáticas, con la precipitación; en las regiones donde el régimen de lluvias es marcadamente estacional (CIAT, 1982) afecta principalmente las pasturas adaptadas a climas cálidos.

Grupos de pasturas	Susceptible	Tolerante	Resistente
3 (angleton y climacuna)	X	—	—
4 (estrellas)	X	—	—
5 (admirable, alemán y braquipará)	X	—	—
6 (guineas)	X	—	—
7 (braquiarias)	X	—	—
8 (humidícola)	X	X	—

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

No se presentan valores de exclusión (N1), dado que, en los casos de ataques de la plaga, el manejo se basa en el pastoreo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada de la información térmica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de esta variable se realiza en un sistema de información geográfico a través de mapas *raster* de precipitación, evapotranspiración de referencia y evapotranspiración del cultivo mes a mes, mediante determinados cálculos. El índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) se calculó en función de la siguiente ecuación:

$$IDHC = [(ETaene/ETcene) + (ETafeb/ETcfeb) \ldots\ldots\ldots (ETadic/ETcdic)]/12$$

$$ETa = ETc, \text{ cuando } P \geq ETc \text{ y } ETa = P, \text{ cuando } P < ETc$$

donde

P = precipitación mensual multianual;

ETc = evapotranspiración del cultivo mensual bajo condiciones estándares.

ETa = evapotranspiración actual, que se refiere a la cantidad de agua que suministra la precipitación en dicho mes y es evapotranspirada. Los anteriores se generan a partir de la normal climatológica 1981-2010.

Por su parte, la evapotranspiración del cultivo (ETc) es

$$ETc = Kc * ETo$$

donde

Kc = coeficiente hídrico del cultivo de pastos (1,0);

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 metros, resistencia superfial 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. La variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHC) asociada al complejo de salivazo o mion de los pastos define las zonas del territorio nacional donde hay marcada estacionalidad climática por humedad y las regiones que, por el contrario, no presentan esta estacionalidad, como las netamente secas o húmedas del país, bajo los rangos que se muestran a continuación:

IDHC asociado a complejo de salivazo o mion de los pastos	Aptitud
>0,95	Alta (A1)
<0,65; >0,85-0,95	Media (A2)
0,65; 0,85	Baja (A3)
—	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Distribución de la humedad relativa en el territorio nacional.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 215-229.

Bernal J. (1994). Pastos y Forrajes Tropicales: porduccción y manejo. Fondo Ganadero. Bogotá.

Calderon, M.; Arango, G.; Varela, F. A. (1982). Cercópidos plagas de los pastos en América Tropical. Biología y Control. Cali: CIAT.

ICA. (2020). Reportes de plagas y enfermedades, vigilancia epidemiológica reportes 2013 - 2016. Bogotá: ICA.

Ideam. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

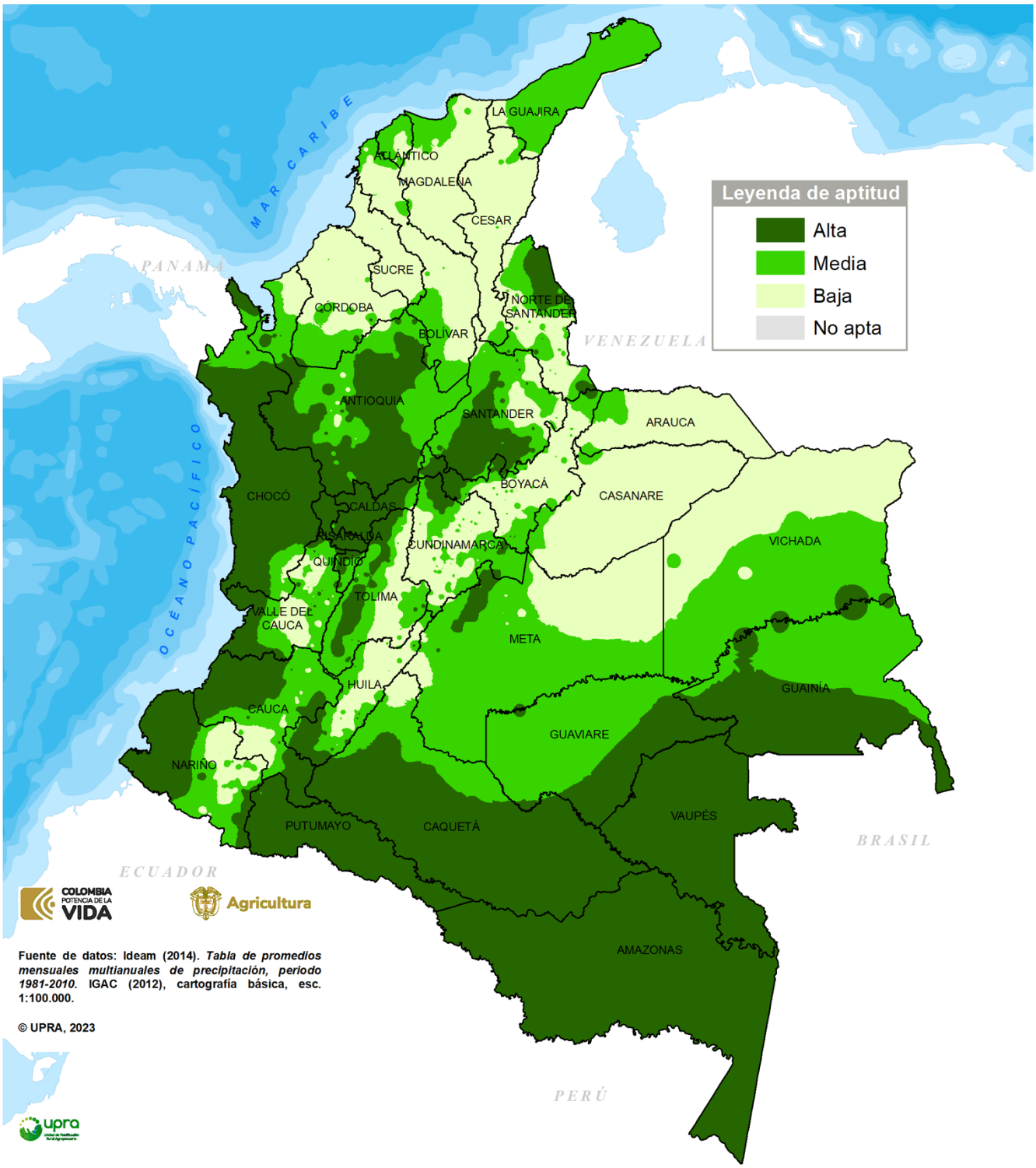
_. Raster Ideam (normales climatológicas 1981-2010). Bogotá: Ideam.

Jimenez, N.; Torregroza, L.; Peck, D.; Negrete, F.; Medina, J.; Pérez, A.; Reza, S.; Cuadrado, H.; Pérez, J.E.; Ochoa, A. (2001). Manejo Integrado del mión de los pastos en la región caribe colombiana. Bogotá: Corpoica.

Lapointe, S., & Miles, J. (1992). Pastures for the tropical lowlands, Germplasm case study: Brachiaria species, CIAT's Contribution. Cali: CIAT.

Pardo Barbosa, O.; Pérez López, O. (2018). Alternativas forrajeras para los llanos orientales de Colombia 2. Bogotá: Corpoica.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA DE LOS PASTOS

Variable índice de disponibilidad de humedad para el cultivo (IDHc) asociado a complejo de salivazo o mión de los pastos

1.9.3. Variable *temperatura media anual asociada al chinche de los pastos Collaria sp.*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: *SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA*		
VARIABLE: *temperatura media anual asociada al chinche de los pastos Collaria sp.*	UNIDAD DE MEDIDA: grados centígrados (°C)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Medida del estado térmico del aire y la habilidad de transmitir calor a su alrededor, que, para este caso, es determinante en el metabolismo del insecto, lo cual afecta el potencial aparición, incidencia y severidad (Barreto y Martínez, 1998; Ramírez y Gaitán, 2002; Rodríguez y Boshell, 2011).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El chinche de los pastos *Collaria* sp. es uno de los principales insectos plaga de clima frío que afecta los pastos, porque se alimenta, mastica y succiona los contenidos nutricionales de las plantas, lo cual ocasiona bajo rendimiento, disminución de carga animal y reducción en producción de carne ovina. Las altas poblaciones del insecto aumentan los niveles de daño a nivel celular, radicular y foliar, que deriva en el debilitamiento y muerte de la planta.

En la siguiente tabla se presentan los pastos afectados por el chinche *Collaria* sp:

Grupos	Pastos	Plaga chinche *Collaria* sp.		
		Susceptible	Tolerante	Resistente
1	*Lolium multiflorum* (ryegrass anual)	X	—	—
	Lolium hybridum (ryegrass hibrido)	X	—	—
	Lolium perenne (ryegrass perenne)	X	—	—
	Dactylis glomerata (azul orchoro)		X	—
	Holcus lanatus (falsa poa)	X	—	—
	Festuca arudianacea (festuca alta)		X	—
2	*Cenchrus clandestinus* (*Pennisetum clandestinum*), kikuyo	X	—	—

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

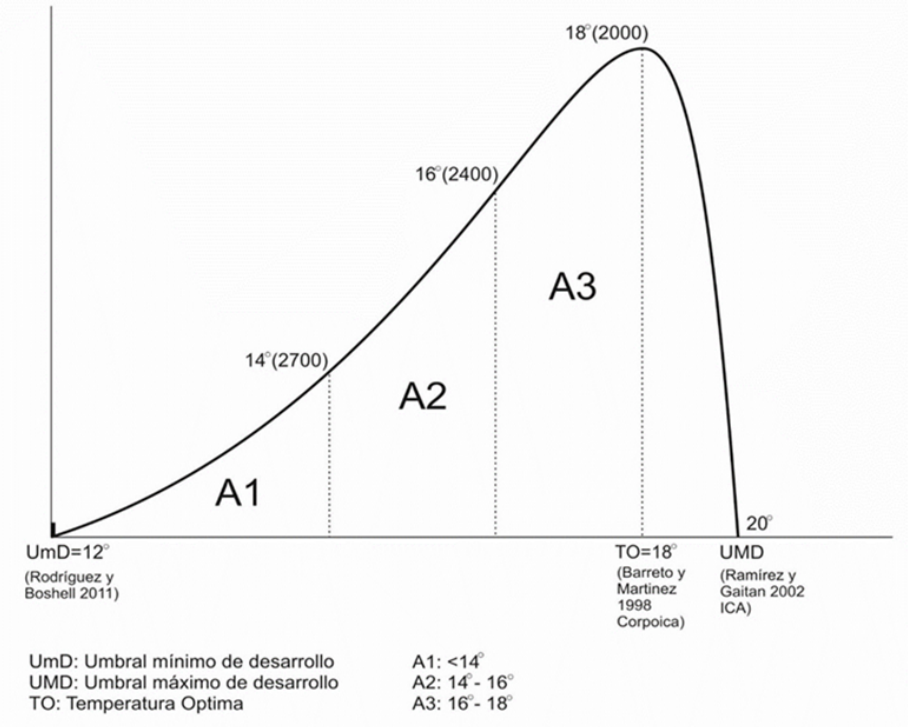
No se presentan valores de exclusión (N1), dado que, en los casos de ataques de la plaga, el manejo se basa en el pastoreo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se dipone de una base de datos actualizada de la información térmica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A partir de una curva biotérmica, cuya variable independiente fue temperatura media anual y la dependiente, población del insecto, se definieron los rangos con base en la fluctuación (Rodríguez y Boshell, 2011; Barreto y Martínez, 1998; Ramírez y Gaitán, 2002).



UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad final de análisis fueron las isotermas anuales a partir del mapa elaborado por el Ideam, el cual se basa en la serie histórica 1980-2010.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las variables asignadas para la construcción de rangos de temperatura se realizaron con base en los trabajos de Rodríguez y Boshell (2011); Barreto y Martínez (1998); y Ramírez y Gaitán (2002), como se muestra a continuación:

Variable	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Temperatura media anual asociada al chinche de los pastos *Collaria* sp.	°C	≤14 y ≥19	>14 y ≤16	>16 y <19	–

UNIDAD DE ANÁLISIS

Isotermas.

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 y Tecnología Agropecuaria, 14 (2) 215-229.

Bernal J. (1994). Pastos y Forrajes Tropicales: porduccción y manejo. Fondo Ganadero. Bogotá.

ICA. (2020). Reportes de plagas y enfermedades, vigilancia epidemiológica reportes 2013 - 2016. Bogotá: ICA.

Ideam. (2014). Mapa de isotermas de Colombia a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. _. Raster Ideam (normales climatológicas 1981-2010). Bogotá: Ideam.

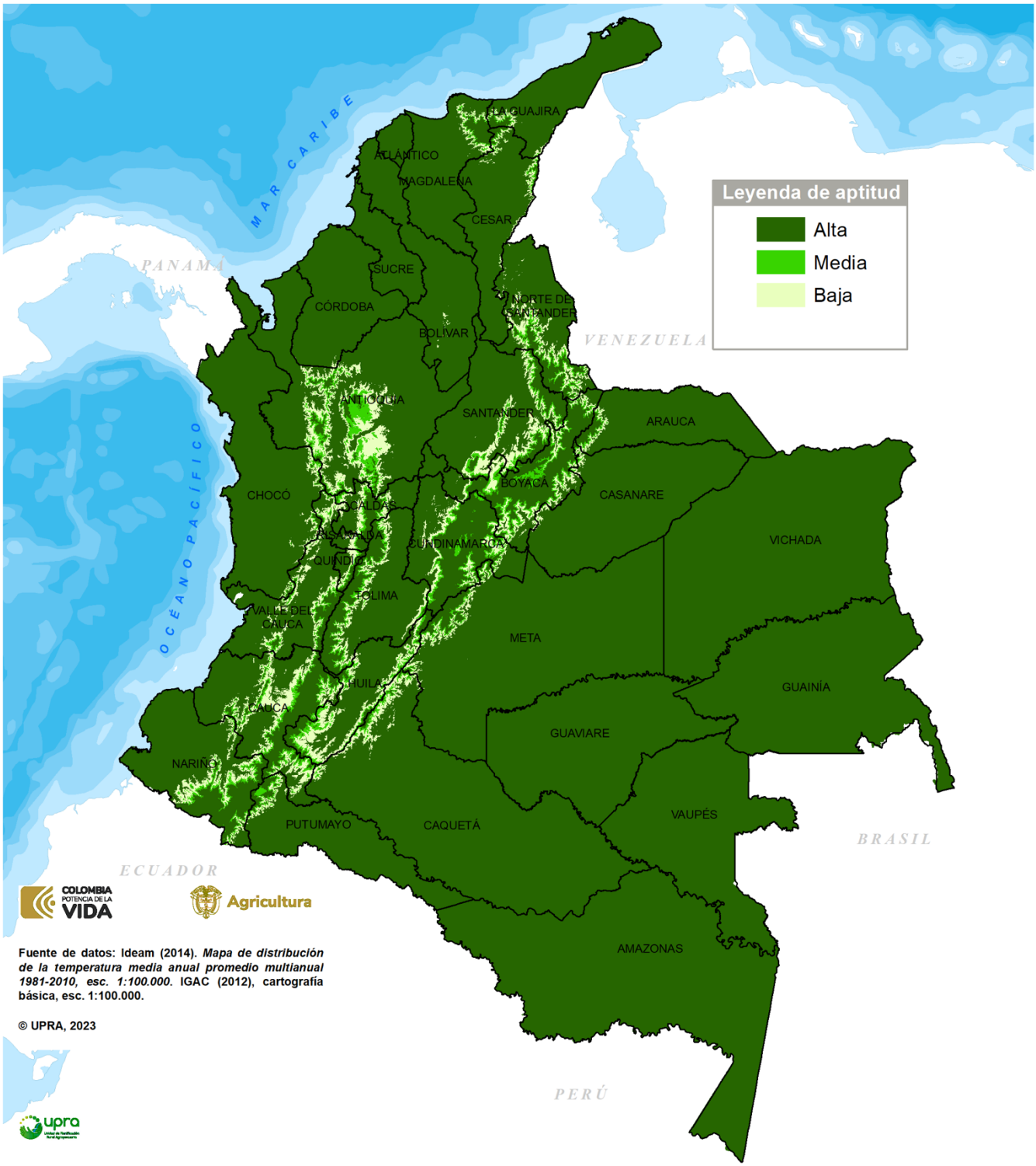
Martínez Granja, E. y Barreto Triana, N. (1998). La Chinche de los pastos Collaria Scenica Stal en la sabana de Bogotá. Corpoica.

Ramirez Gaitan, C. A.y Diaz Riveros, G. (2002). Chinche de los pastos (*Collaria scenica*): Una amenaza para la producción lechera en la sabana de Bogotá y valles de Ubate y Chiquinquira, Recomendaciones básicas para su manejo. Bogotá: ICA.

Rodríguez Roa, A. O. (2011). Desarrollo de un sistema de alertas agroclimáticas tempranas para la chinche de los pastos, Collaria scenica. en la sabana de Bogotá. (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia.

UPRA. (2016, Abril). Flujograma metodología identificación variables fitosanitarias. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA DE LOS PASTOS
Variable temperatura media anual asociada al chinche de los pastos *Collaria sp.*

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1. Criterio *confort animal*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: *CONFORT ANIMAL*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Clasificación bioclimática.

Confort higrotérmico, expresado como relación temperatura y humedad relativa (°C/HR).

Condiciones de sombrío, expresadas como adimensionales.

DEFINICIÓN

Muestra la capacidad del medio para proveer a los caprinos durante su ciclo productivo de 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 los 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, el 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). Esto refuerza la hipótesis de la relación entre parámetros indicativos del bienestar animal y las características zootécnicas de las explotaciones (Bello et ál., 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 el potencial

genético sin alterar los mecanismos fisiológicos. De esta manera, se garantiza el cumplimiento de los principios de bienestar animal de los animales en la tercera libertad, es decir, libre de incomodidades físicas o térmicas, según la OIE. Esto incentiva la productividad de los sistemas y busca que la vida de los animales sea lo más tranquila posible, en al cual pueda expresar sus comportamientos naturales (Hoyos et ál., 2021). Además, acata el decreto 2113 de 2017 y la Resolución 000136 de 2020, según la cual 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 de cada una de las especies de producción en el sector agropecuario.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

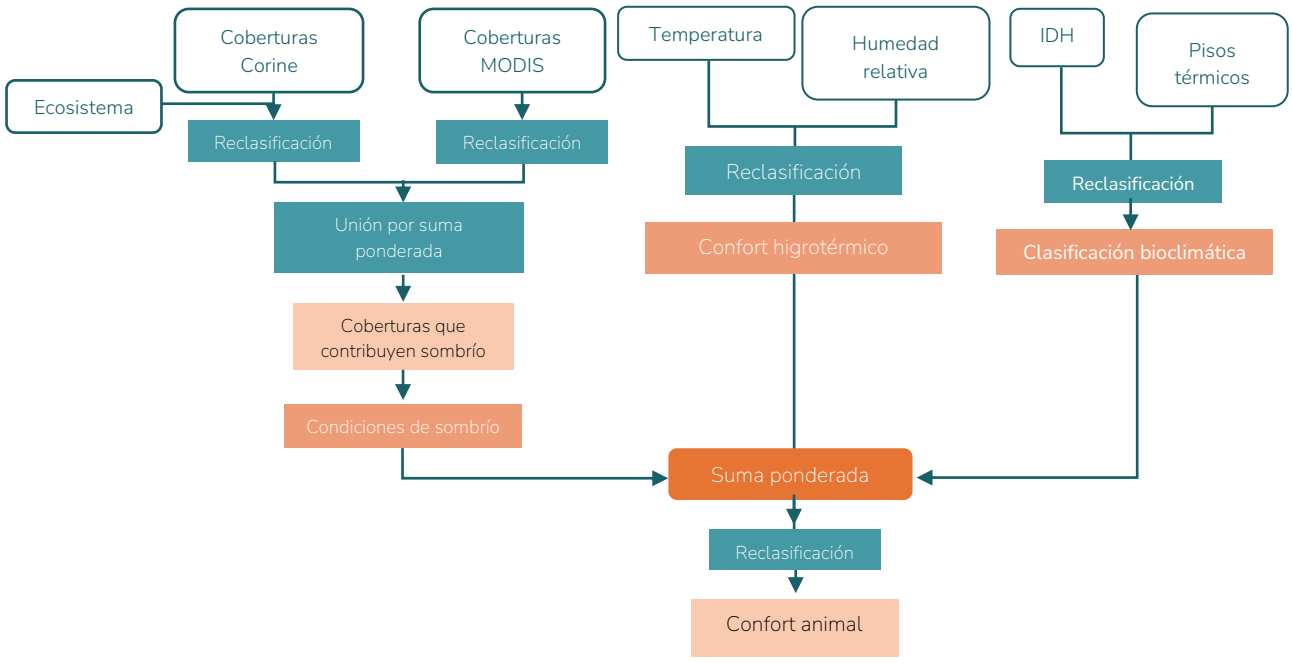
Existen sistemas productivos que pueden brindar mejoras en las condiciones físicas y medio-ambientales, como ambientes mejorados o silvopastoreo, para que los ovinos no presenten incomodidades físicas o térmicas. Sin embargo, estas mejoras se reducen con el manejo individual que se pueda presentar en 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, ninguna presenta límites que se califiquen como no aptos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la evaluación del criterio, se realizó el procesamiento de las dos variables, como se describe a continuación:



Clasificación bioclimática. Se reclasifica el IDH según los pisos térmicos en todo el país con los valores más benéficos para el desarrollo de los ovinos durante su desarrollo productivo, como se muestra en la siguiente tabla:

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 desarrollo del animal	Baja (A3)

Confort higrotérmico. se realizó una reclasificación de todo el territorio según relación temperatura y humedad por los valores más benéficos para los ovinos durante su desarrollo productivo, como se muestra en la siguiente tabla:

Calificación de la variable *confort higrotérmico*

Descripción	Aptitud
Zonas donde la temperatura y la humedad brindan altas condiciones de confort animal	Alta (A1)
Zonas donde la temperatura y la humedad brindan moderadas condiciones de confort animal	Media (A2)
Zonas donde la temperatura y la humedad restringen el confort animal	Baja (A3)

Condiciones de sombrío. se realizó una reclasificación de las coberturas MODIS y Corine que brinden sombrío a los ovinos para su desarrollo productivo bajo pastoreo, como se muestra en la siguiente tabla:

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 efectuó una integración de las variables por suma ponderada, como se muestra en la siguiente tabla:

Variable	Valor (%)
Clasificación bioclimática	60
Confort higrotérmico	20
Condiciones de sombrío	20

Por último, se generó una reclasificación por intervalos iguales para generar la salida grafica final.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de las clases de aptitud del criterio, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se reclasifico así:

Criterio de calificación	Aptitud
Zonas con las mejores condiciones de sensación térmica, cuya temperatura, humedad y sombrío brindan altas condiciones de confort animal	Alta (A1)
Zonas cuya temperatura, humedad y sombrío brindan condiciones de confort animal moderadas	Media (A2)
Zonas cuya temperatura, humedad y sombrío brindan condiciones de confort animal bajas	Baja (A3)

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

Agik Suprayogi, D.A Astuti, F. Satrija and Suprianto. (2006). Physiological status of sheep reared indoor system under the tropical rain forest climatic zone. Proceedings of the 4th ISTAP ¨Animal production and sustainable agriculture in the tropic¨ Faculty of animal science, Gadjah Mada University. Recuperado de: https://journal.ugm.ac.id/istapproceeding/article/viewFile/32466/19566

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 humedad relativa media, periodo 1981-2019. Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de temperatura media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

_. (2014). Mapa nacional de cobertura de la tierra. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

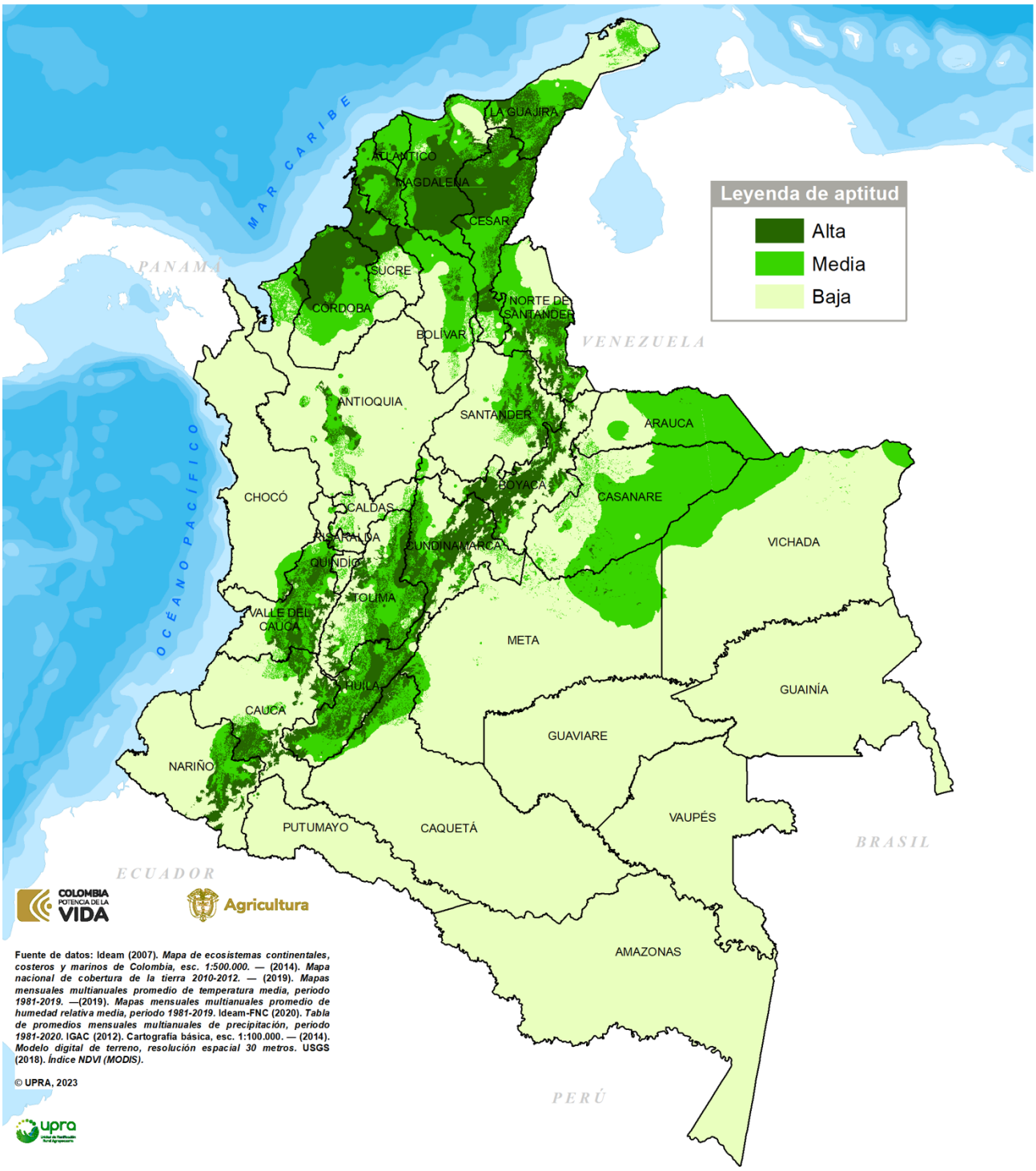
IGAC. (2002). Modelo Digital de Terreno, Resolución Espacial 30 o 90 m (según corresponda). Bogogá: IGAC

NASA. (2019). 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. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CONFORT ANIMAL

2.1.1 Variable *clasificación bioclimática*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Los ovinos son animales homeotermos, es decir: que mantienen su temperatura corporal bajo un amplio rango de condiciones ambientales (AlHaidary, 2004). La exposición de los animales a altas temperaturas puede ocasionar importantes efectos negativos en el desarrollo yla productividad, como incremento de las demandas de energía por la activación de los mecanismos de termorregulación; aumento de los esfuerzos por disipar el calor corporal, que resulta en un incremento en la temperatura corporal y la tasa de respiración; mantenimiento del equilibrio hídrico; aumento en el consumo de agua; disminución del consumo de materia seca, lo que se traduce en escasa ganancia de peso y eficiencia alimenticia en la etapa de engorde; baja fertilidad, desarrollo y crecimiento fetal; redistribución del flujo sanguíneo y cambios en las funciones endocrinas, lo que afecta negativamente la reproducción y la producción (Marai et ál., 2007; Cedeño, 2017; Pérez et ál., 2020).

La activación de mecanismos termorregulatorios específicos de tipo fisiológico, metabólico y endocrinológico son responsables, parcialmente, de la habilidad que tienen estas razas para evitar hipertermia. Además, cuentan con características fenotípicas y genotípicas que les permiten ser más tolerantes al estrés calórico. Conviene mencionar que el grado de los efectos del estrés calórico sobre la productividad de los ovinos depende del nivel de adaptación de cada raza, pues las razas de pelo son menos susceptibles a tal condición (como se citó en Pérez et ál., 2020). Igualmente, los ovinos que se encuentran en pastoreo sufren exposición al viento, precipitación y variaciones de la temperatura ambiente, lo cual determina diversas respuestas fisiológicas ante la ganancia o pérdida de calor.

Las condiciones ambientales adversas se deben al efecto combinado de baja temperatura, precipitación y viento en la época de parición y, en el momento de la esquila, son unas de las principales causas anuales de mortalidad de corderos, como componente del complejo inanición

exposición, y de animales recién esquilados (Saravia y Cruz, 2003). De esto se concluye que el clima determina el grado de confort y que el ambiente puede influir negativamente sobre las condiciones de vida de los animales, además de generar situaciones de estrés agudo o crónico que repercuten en la eficiencia productiva y en la calidad de los productos obtenidos (Strappini et ál., 2012, como se citó en Vera et ál., 2019).

Por tal motivo, 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, 2009).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los ovinos, a diferencia de otras especies domésticas, han logrado adaptarse a una amplia variedad de zonas agroecológicas en las que predominan las altas temperaturas (Henry et ál., 2018). Para lograr lo anterior, los ovinos realizan diferentes ajustes fisiológicos, endocrinos, metabólicos y celulares de aclimatación que les permiten sobrevivir y reproducirse (Collier et ál., 2019, como se citó en López et ál., s.f.). Sin embargo, estos cambios genéticos no son rápidos, pues pueden durar varias generaciones, por lo que las estrategias de selección deben estar acompañadas de un mejoramiento constante en las prácticas de manejo y considerar información generada bajo ambientes cálidos (Misztal, 2017, como se citó en Pérez et ál., 2020).

Ante la creciente problemática del calentamiento global y cambio climático, la producción ovina será clave y una opción viable para garantizar la producción de proteína de origen animal, ya que presentan superioridad por su tolerancia al calor en comparación con otros animales domésticos. Los ovinos de pelo han demostrado ampliamente una habilidad para crecer y reproducirse en escenarios naturales caracterizados por altas temperaturas y baja disponibilidad de nutrientes (Pérez et ál., 2020). De allí, la importancia de cartografiar las áreas bioclimáticas del país como herramienta en la toma de decisiones para el establecimiento de nuevas producciones ovinas 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

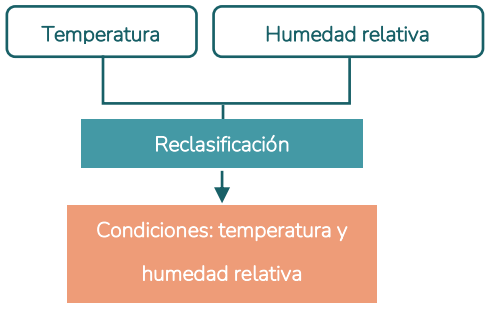
Colombia presenta una amplia gama de condiciones climáticas, que van desde lo semidesértico (La Guajira) hasta lo muy húmedo (el Chocó); y desde el nivel del mar (costas Caribe y Pacífica) hasta la criósfera (nevados). Estas condiciones dificultan de manera importante establecer mapas nacionales, dado 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.

Este análisis de humedad se centra únicamente en lo climático, por lo que excluye 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); segundo, porque la información de suelos contiene un cubrimiento nacional que corresponde a los estudios generales de suelos del país a escala 1:100.000, que contienen asociaciones como unidades cartográficas de suelos. De este modo, al no incluir en el modelo la capacidad de almacenamiento del suelo no es conveniente incluir el almacenamiento anterior mes a mes, lo que lleva 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 no contar con un mapa nacional de la escorrentía.

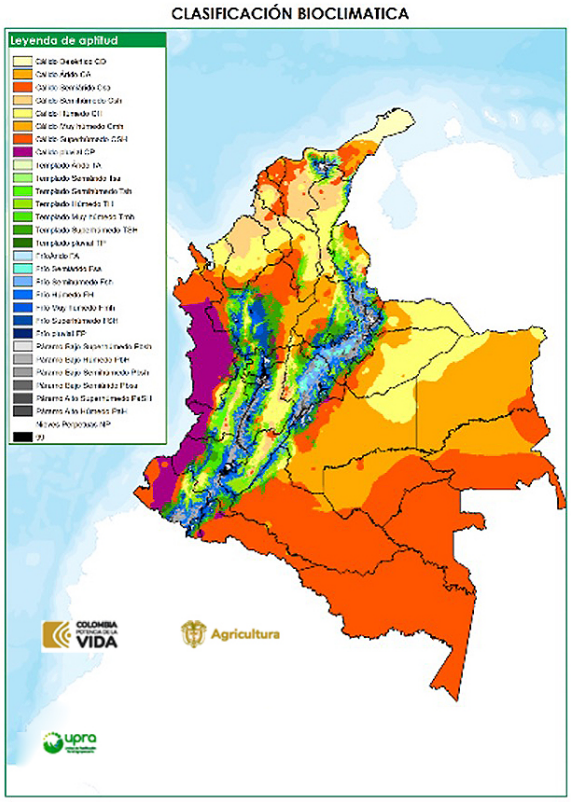
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable, se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar el confort higrotérmico para la producción de ovinos en pastoreo



Se tomaron los datos de IDH y se reclasificaron mediante los pisos, información generada por la UPRA en el año 2022.



Posteriormente, se reclasifica esta información según las mejores condiciones para el desarrollo de los ovinos y tanto el inventario actual de presencia de predios con producciones ovinas como las visitas de campo realizadas, como se muestra a continuación:

Clima	Aptitud
Nieves perpetuas	N1
Páramo alto superhúmedo	A3
Páramo alto húmedo	A3
Páramo bajo superhúmedo	A3
Páramo bajo húmedo	A3
Páramo bajo semihúmedo	A3
Paramo bajo semiárido	A1

Frío pluvial	A3
Frío superhúmedo	A3
Frío muy húmedo	A3
Frío húmedo	A1
Frío semihúmedo	A1
Frío árido	A2
Frío semiárido	A1
Templado pluvial	A3
Templado superhúmedo	A3
Templado muy húmedo	A3
Templado húmedo	A2
Templado semihúmedo	A2
Templado árido	A2
Templado semiárido	A1
Cálido pluvial	A3
Cálido superhúmedo	A3
Cálido muy húmedo	A3
Cálido húmedo	A2
Cálido semihúmedo	A1
Cálido árido	A2
Cálido semiárido	A2
Cálido desértico	A3

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 estableció mediante la siguiente reclasificación:

Aptitud para la producción de ovinos 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 para el desarrollo del animal	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

T°/%HR.

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.

Al-Haidary, A. (2004). Physiological responses of naimey sheep to heat stress challenge under semi-arid environments. Int. J. Agric. Biol. 8530:6–2.

Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>

Cedeño S, Marcelo A. 2017. Sensibilidad al estrés térmico de ovejas lecheras: El caso de la raza Manchega en la Granja Experimental de la UAB. Trabajo de Maestría. Universitat autònoma de barcelona facultat de veterinària departament de ciencia animal i dels aliments. Barcelona.

Devendra, C. y Coop, I.E. (1982): Sheep and goat production. World Animal Sciencie. C production-system approach. Edited by Coop, I.E.

González, Giovana. s.f. Estrés por calor en ovino: cómo combatir los efectos negativos del verano. Alltech. https://alltechspain.blogspot.com/2019/07/estres-por-calor-en-ovino-como-combatir.html

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.

Marai, I.F.M., A.A. El-Darawani, A. Fadiel, M.A.M. Abdel-Hafez. 2007. Physiological traits as affected by heat stress in sheep – a review. Small Rumin. Res. 71:1-12.

Nicolás-López P, Macías-Cruz U, Correa-Calderón A, Mellado-Bosque MA, Díaz-Molina R, Avendaño-Reyes L (en prensa). Ajustes asociados a la aclimatación y estrés oxidativo en ovinos bajo estrés calórico: una revisión. ITEA-Información Técnica Económica Agraria. Vol. xx: 1-19. https://doi.org/10.12706/itea.2021.005

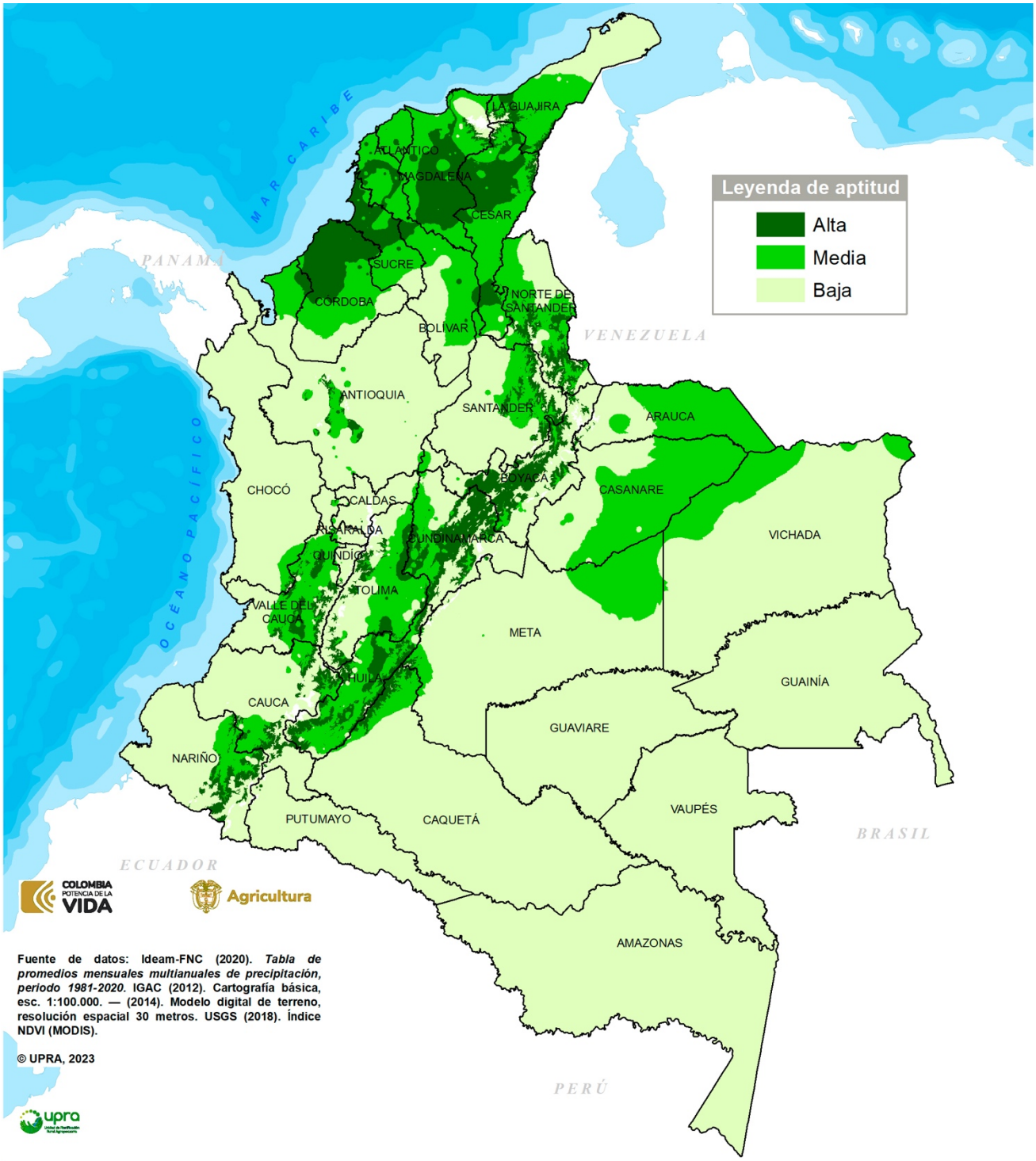
Pérez, Ricardo Vicente, Macías Cruz, Ulises, Avendaño Reyes, Leonel, Correa-Calderón, Abelardo, López Baca, María de los Ángeles, & Lara Rivera, Ana L. (2020). Impacto del estrés por calor en la producción de ovinos de pelo. Revisión. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 11(1), 205-222. Epub 11 de junio de 2020.https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4923

Saravia, Celmira & Cruz, Gabriela. 2003. Influencia del ambiente atmosférico en la adaptación y producción animal. Nota Técnica N°50. 36p. Fac. Agr. Uruguay

UPRA. (2022). Clasificación bioclimática. UPRA. Bogotá.

Vera-Herrera, Itzel Y.; Ortega-Cerrilla, María E.; Herrera-Haro, José G.; Huerta-Jiménez, Mariana (2019). Bienestar en ovinos y su evaluación. Agroproductividad: Vol. 12, Núm. 9, septiembre. 2019. pp: 67-72. México. https://doi.org/10.32854/agrop.v12i9.1389

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable clasificación bioclimática

2.1.2 Variable *confort higrotérmico*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *CONFORT ANIMAL*		
VARIABLE: *confort higrotérmico*	UNIDAD DE MEDIDA: temperatura y humedad relativa (°C/HR)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Identifica las zonas con las mejores condiciones (temperatura y humedad) sin ningún tipo de intervenciones medioambientales o modificaciones en infraestructura, lo cual permite al animal destinar sus utilidades calóricas a la producción de carne, leche y crías, y no a mecanismos de termorregulación. Entre los principales factores ambientales que afectan el desempeño productivo de los ovinos están la temperatura y la humedad relativa. Estos factores regulan la zona termoneutral, en la cual se espera un máximo rendimiento productivo, pues los valores por encima o por debajo del rango producen estrés térmico en el animal. La exposición al 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.

Por tal motivo, se busca la forma de relacionar estas dos variables climáticas (temperatura y humedad relativa) a través del confort higrotérmico, resultado que hace referencia al confort en el que puede estar inmerso el animal. Ésta es la capacidad que tiene el medio de bridar a las ovejas durante su ciclo productivo las comodidades térmicas (sensación térmica) necesarias que le permitan tener y expresar al máximo su potencial genético, productivo, reproductivo y comportamental sin alterar los mecanismos fisiológicos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Identifica las zonas con las mejores condiciones (temperatura y humedad relativa) que les permiten a las ovejas expresar al máximo su potencial genético sin alterar los mecanismos fisiológicos. Esto hace posible que el animal destine sus utilidades calóricas a la producción de carne, y no a

mecanismos de termorregulación. Además, puede ser una herramienta en la toma de decisiones para el establecimiento de nuevas producciones ovinas en las zonas donde la inversión en infraestructura pueda ser menor por no requerir mejoras en el ambiente. El confort animal representa una base fundamental en las libertades del bienestar animal (libre de incomodidades física o térmicas, según la OIE).

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).

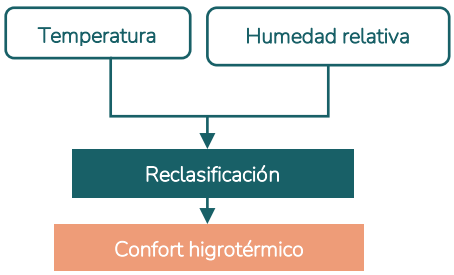
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La variable se construyó a partir de los valores medios de temperatura y humedad relativa ambiental.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el desarrollo de la variable, se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar el confort higrotérmico para la producción de ovinos en pastoreo



Del promedio multianual se tomaron los datos de temperatura (°C) y humedad relativa (%) del clima y se reclasificaron según las características medioambientales óptimas para el desarrollo de los ovinos, como se puede observar en la siguiente tabla:

Temperatura media anual (°C/año)	Humedad relativa media anual (% HR/año)	Aptitud
≥10 ≤28	≤80	A1
	>80-≤85	A2
	>85	A3
<10 >28	≤80	A2
	>80-≤85	A3
	>85	A3

Es preciso mencionar que existen características que pueden brindar al sistema productivo mejoras en las condiciones físicas y medioambientales para que los ovinos no presenten incomodidades físicas o térmicas, las cuales se reducen a la adopción de nuevas tecnologías en la infraestructura del sistema productivo, como ambiente mejorado o silvopastoreo. Es una decisión individual que adoptará cada productor dependiendo de las características del sistema productivo, las condiciones medioambientales del área donde se ubica la finca y la raza de los animales (potencial biótico, adaptabilidad, etc.). 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 estableció mediante la siguiente reclasificación:

Aptitud para la producción de ovinos en pastoreo
variable confort higrotérmico

Descripción	Aptitud
Zonas donde la temperatura y la humedad brindan altas condiciones de confort animal	Alta (A1)
Zonas donde la temperatura y la humedad brindan moderadas condiciones de confort animal	Media (A2)
Zonas donde la temperatura y la humedad restringen el confort animal	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

T°/%HR.

FUENTES DE INFORMACIÓN

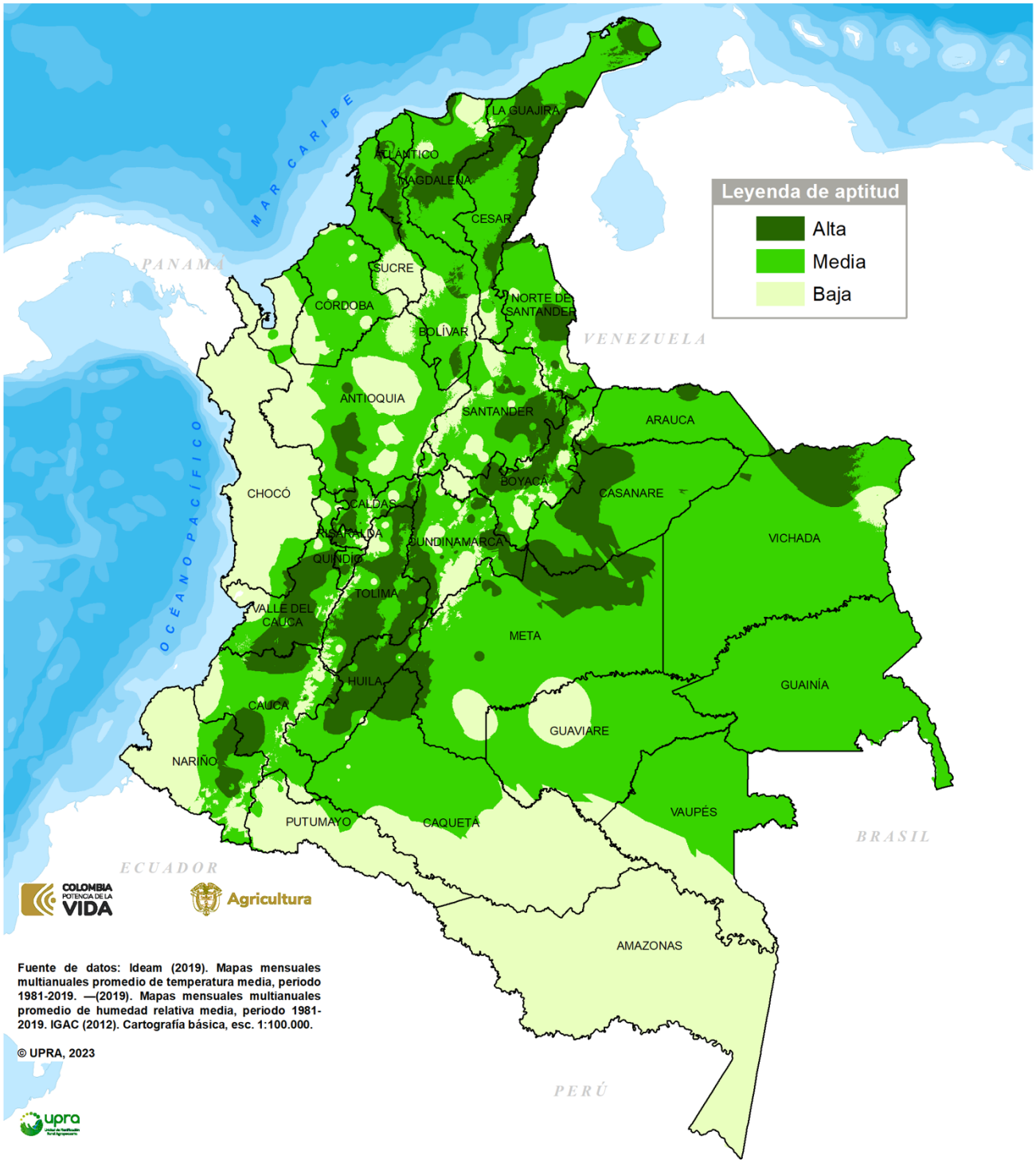
Agik Suprayogi, D.A Astuti, F. Satrija and Suprianto. (2006). Physiological status of sheep reared indoor system under the tropical rain forest climatic zone. Proceedings of the 4th ISTAP ¨Animal production and sustainable agriculture in the tropic¨ Faculty of animal science, Gadjah Mada University. Recuperado de: https://journal.ugm.ac.id/istapproceeding/article/viewFile/32466/19566

Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.Ideam.

_.(2019). Mapas mensuales multianuales promedio de temperatura media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable confort higrotérmico

2.1.3 Variable *condiciones de sombrío*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *confort animal*		
VARIABLE: *condiciones de sombrío*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Muestra la capacidad del medio (unidad espacial de análisis) de proveer las condiciones adecuadas de sombrío para los ovinos en pastoreo, proporcionadas por las coberturas naturales, con el fin de contribuir con la libertad de incomodidades físicas y térmicas, base del bienestar animal. En los sistemas de producción bajo pastoreo, reviste gran importancia proporcionar sombrío y protección a los animales frente a las condiciones climáticas, como el uso de barreras vivas, durante el desarrollo productivo del animal, puesto que "los efectos negativos observados en tratamientos sin sombrío de árboles repercutieron de forma mínima en alteraciones metabólicas, evidenciando respuestas homeostáticas en el animal ante las condiciones ambientales" (Barragán et ál., 2015).

Lo anterior se traduce finalmente en bajas rentabilidades o, incluso, pérdidas económicas para el productor, generadas por el estrés calórico, que puede ser mejorado gracias a las coberturas naturales que proporcionen sombrío y que disminuyan en grados centígrados la temperatura ambiente que pueda presentar alguna zona del territorio. Es por esto 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. De tal modo, se contribuye a favorecer una de las cinco 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, mediante un monte, una arboleda, reparos o techos construidos con media sombra u otro material duradero, con especial atención en lsd 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).

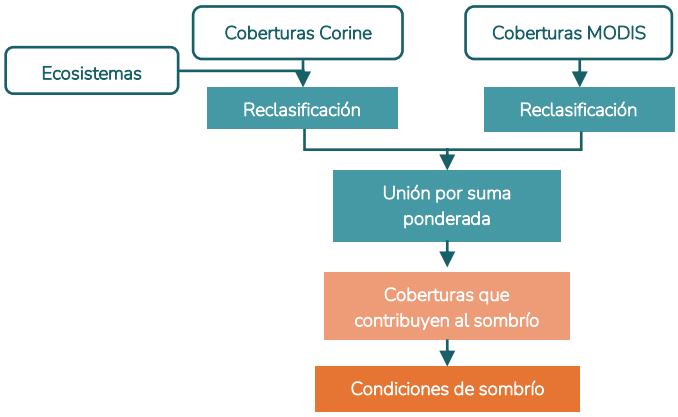
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La variable se construyó a partir de las coberturas Corine 2018, los ecosistemas 2007 y las coberturas MODIS 2018, las cuales pueden haber variado en la actualidad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

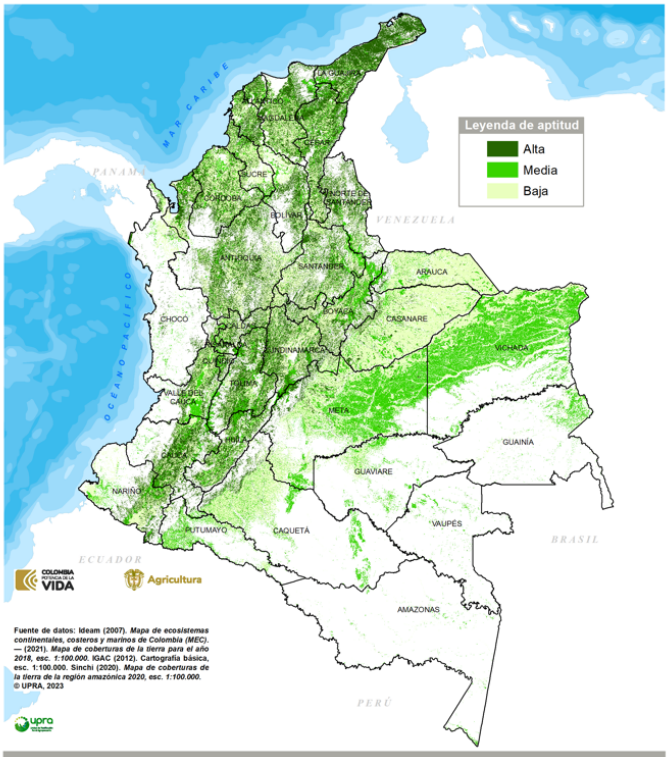
Para el desarrollo de la variable, se realizó el procesamiento que se describe a continuación:

Procedimiento para determinar las condiciones de sombrío para la producción de ovinos en pastoreo



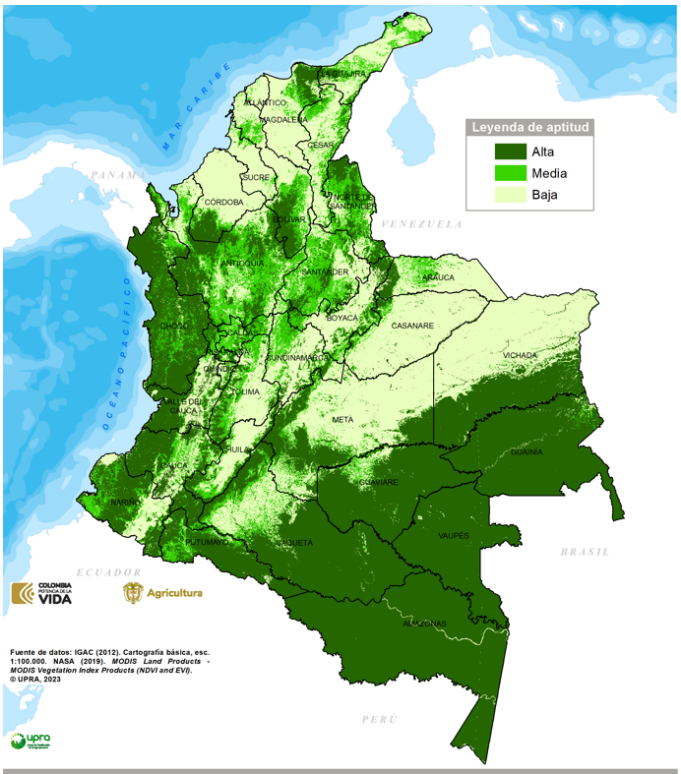
Se realizó una unión entre la capa de ecosistemas y la capa de coberturas Corine 2018; posteriormente, se reclasificó según la cobertura y el ecosistema que brinden sombrío para la producción caprina en pastores. El resultado de la salida gráfica de este insumo es el siguiente:

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, cuyo resultado fue la salida gráfica para los caprinos en pastoreo, como se muestra a continuación:

Calificación de las coberturas	Aptitud
2, 6, 14	Alta (A1)
5, 7, 8	Media (A2)
1, 3, 4; 9-13 y 15-17	Baja (A3)



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Subvariable sombrio MODIS

Por último, se realiza una unión por la suma ponderada por pesos iguales 0,5 (MODIS) + 0,5 (Corine-ecosistemas) y la 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 reclasificación del valor de la presión parcial de oxígeno, así:

Aptitud para la producción de ovinos 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.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Castillo, C y Hernández, J. (2016). Estrés por calor en ovejas y cabras.

Ideam. (2021). Coberturas de la Tierra para el año 2018, a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

Ideam. (2007). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, a escala 1:500.000. Bogotá: Ideam.

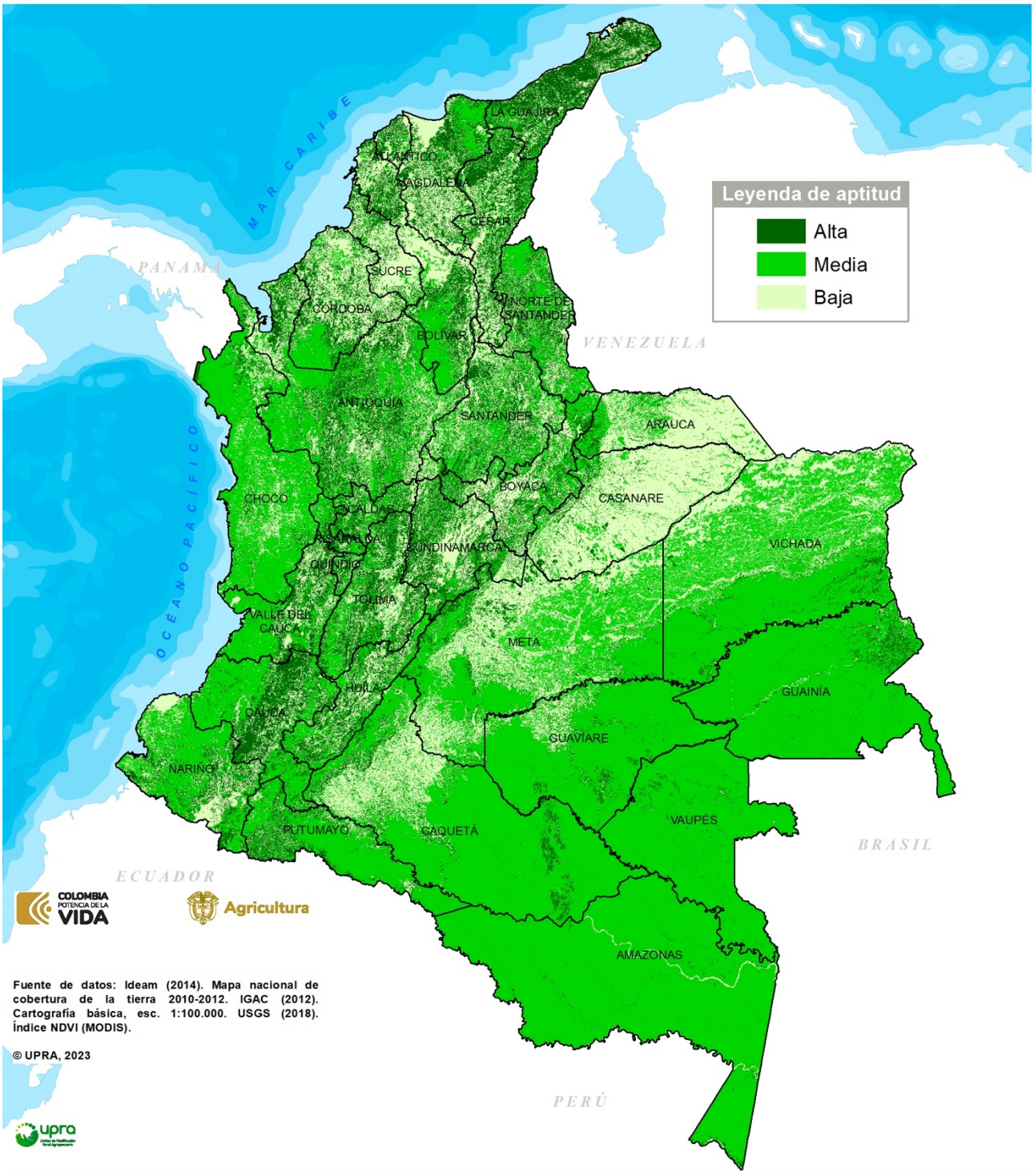
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

IGAC. (2002). Modelo Digital de Terreno, Resolución Espacial 30 o 90 m (según corresponda). Bogotá: IGAC.

Friedl, M., Sulla-Menashe, D. (2015). 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA



CRITERIO CONFORT ANIMAL
Variable condiciones de sombrío

2.2. Criterio *sanidad animal*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 rabia de origen silvestre, expresada como adimensional.

Susceptibilidad a parásitos hepáticos, expresada como adimensional.

DEFINICIÓN

Como "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 las etapas productivas. Tiene como objetivo preservar la salud y la vida de los animales, además de 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

La sanidad animal es importante durante el proceso productivo, puesto que cualquier intervención de agentes patógenos podría evitar el desarrollo normal de los ovinos, lo cual disminuye los rendimientos productivos y reproductivos que generan altas pérdidas económicas por mortalidades o cierres de comercio nacional y de exportación. Este criterio representa la cuarta libertad del bienestar animal (libre de enfermedades, según la OIE).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

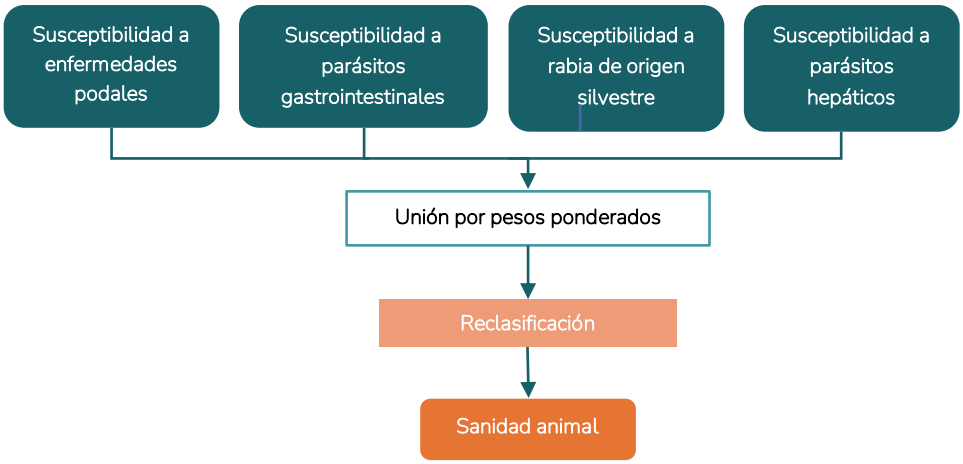
Existen diferentes factores que afectan la sanidad animal que, por falta de información a nivel nacional, no pudieron ser espacializados.

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 dos variables, como se describe a continuación:



Susceptibilidad a enfermedades podales. Se realizó una clasificación de todo el territorio nacional según la vulnerabilidad que presenta, frente a las diferentes enfermedades que pueden afectar una producción ovina, como se registra en la siguiente tabla:

Calificación de la variable susceptibilidad a enfermedades podales

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

Susceptibilidad a parásitos gastrointestinales. Se originó una clasificación de todo el territorio según la vulnerabilidad, frente a las diferentes enfermedades que pueden afectar una producción ovina, como se registra en la siguiente tabla:

Calificación de la variable susceptibilidad a parásitos gastrointestinales:

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

Susceptibilidad a rabia de origen silvestre. Se realizó una clasificación de todo el territorio según su vulnerabilidad, frente a las diversas enfermedades que pueden afectar una producción ovina, como se registra en la siguiente tabla:

Calificación de la variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

Susceptibilidad a parásitos hepáticos. Se generó una clasificación de todo el territorio según la vulnerabilidad que presenta, frente a las diversas enfermedades que pueden afectar una producción ovina, como se registra en la siguiente tabla:

Calificación de la variable susceptibilidad a parásitos hepáticos

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

Se realizó la unión de las variables a través de pesos ponderados, dando mayor importancia a las enfermedades que generan más pérdidas económicas en una explotación ovina. El resultado de los pesos se describe a continuación:

Criterio *sanidad animal ovinos*	
Variables	Pesos
Susceptibilidad a enfermedades podales	35 %
Susceptibilidad a parásitos gastrointestinales	35 %

Susceptibilidad a parásitos hepáticos	20 %
Susceptibilidad a rabia de origen silvestre	10 %

Por último, se realizó una reclasificación por intervalos iguales para la generar la salida grafica final.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

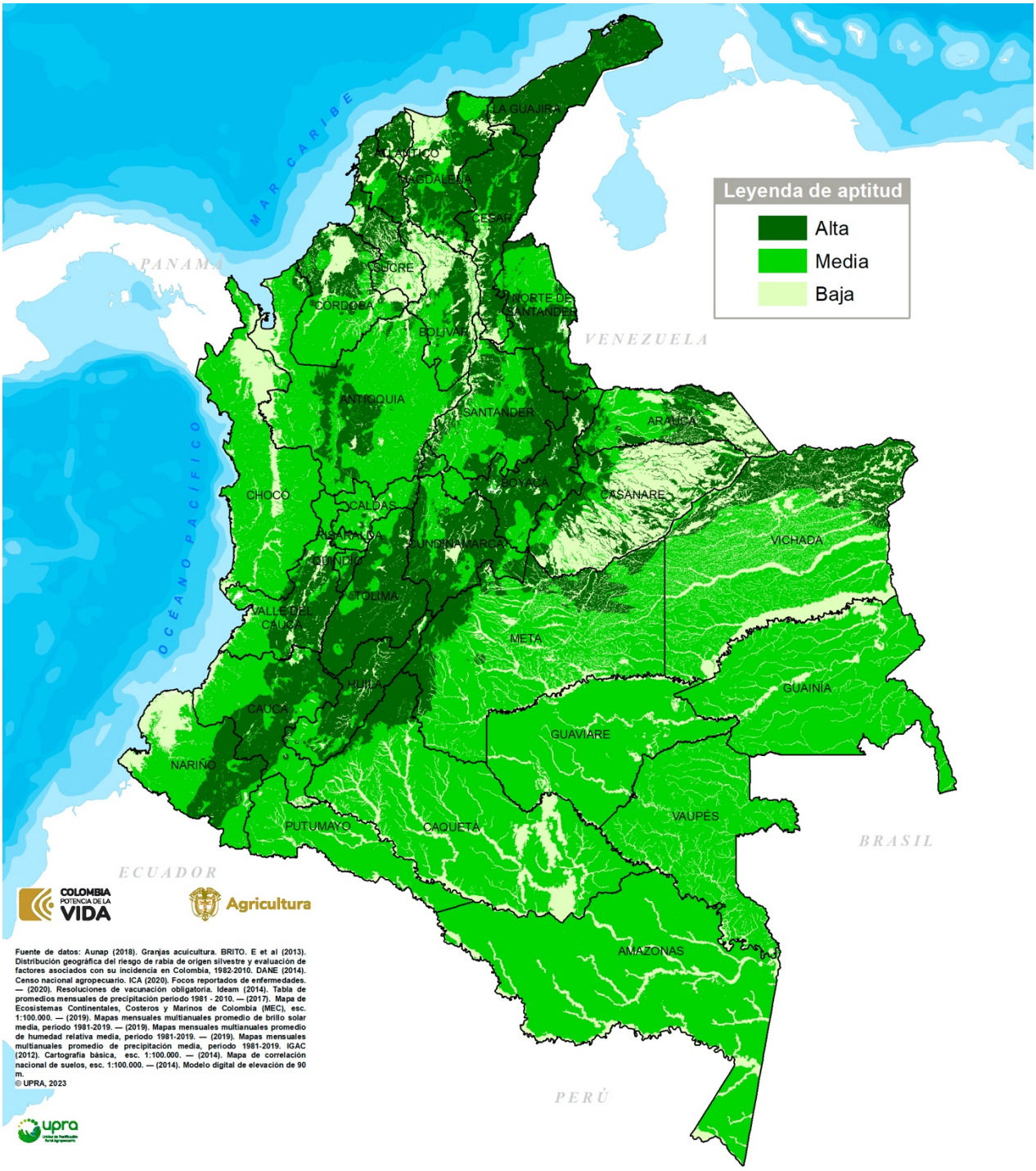
Para el establecimiento de los rangos de aptitud del criterio, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se reclasificó así:

Criterio de calificación	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

FUENTES DE INFORMACIÓN

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO SANIDAD ANIMAL

2.2.1. Variable *susceptibilidad a enfermedades podales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *SANIDAD ANIMAL*		
VARIABLE: *susceptibilidad a enfermedades podales*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Evalúa los principales factores que favorecen el desarrollo de las bacterias que producen las enfermedades podales (*footrot*) en las áreas del país, como humedad, lluvia, potreros con saturación de agua o presencia de animales (Figueroa et ál., 2013; Calderón y Guarda, 2012). Las enfermedades podales "afectan directamente el bienestar del animal e, indirectamente, producen consecuencias económicas importantes, debido a un menor desarrollo, infertilidad temporal de los carneros, pérdida de peso, menor producción láctea, menor producción de lana, desvalorización del animal y una prematura eliminación del rebaño (Boundy, 1983; Clarkson & Winter, 1997, como se citó en Tadich y Hernández, 2000).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Brinda información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones ovinas y evitar pérdidas económicas, puesto que las enfermedades podales "se describen como causas importantes de eliminación de ovejas en los rebaños" (Watson & Buswell, 1984. Como se citó en Tadich y Hernández, 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).

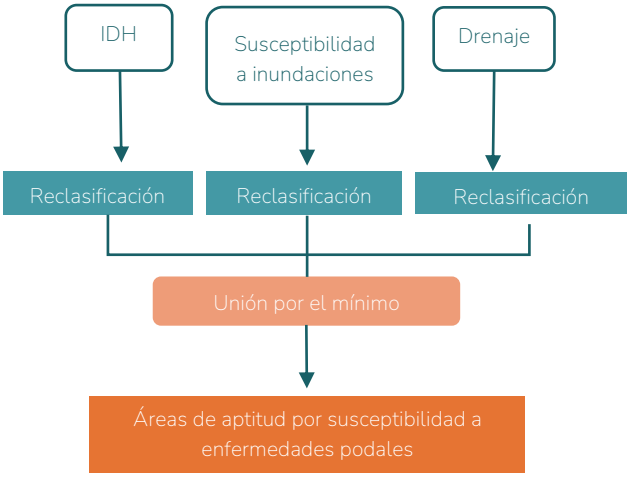
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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 a enfermedades podales para la producción de ovinos 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)
Índice de disponibiidad de humendad (IDH)	<0,79	0,79-0,99	>0,99
Susceptibilidad a inundaciones	No hay	Cortas	Largas y muy largas
Drenaje	Bueno, excesivo, moderamente 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 estableció mediante la siguiente reclasificación de aptitud:

Aptitud para la producción de ovinos 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.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Benavides, E. (2009). Principales enfermedades que afectan la producción ovina en el trópico. Spei Domus 5(11).

Calderón, C & Guarda, P. (2012). Manejo de enfermedades podales de ovinos en la zona sur de chile. Informativo N° 98. INIA. Chile. http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40694.pdf

DANE. 2014. Censo nacional agropecuario. Bogota´: DANE.

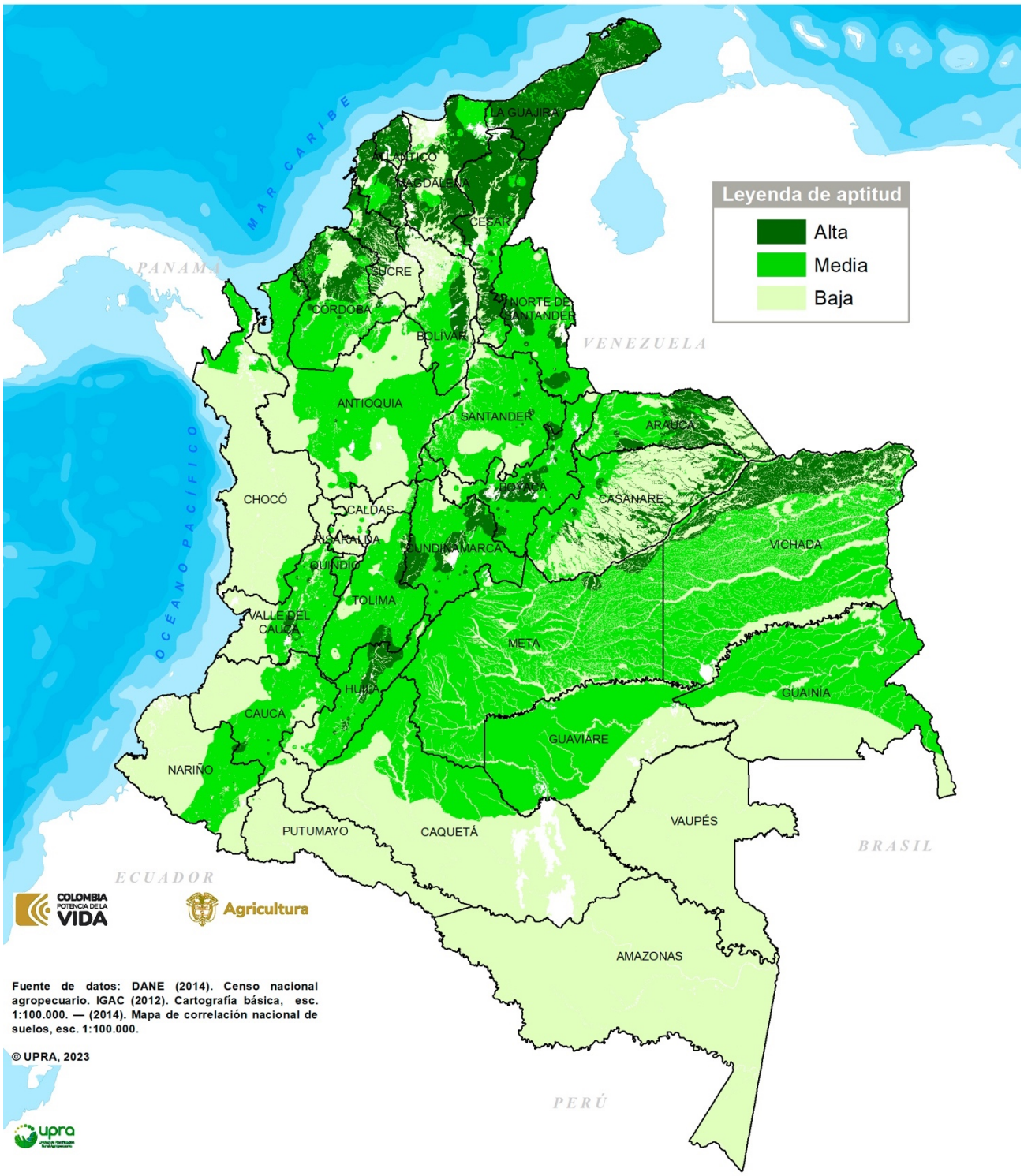
Figueroa, J,. Hernandez, J, Vargas, E, & Dibarrat, J. (2013). Enfermedades podales en ovinos: Estudio exploratorio en campo. Nueva época veterinaria año 4 (2) 36-49. Recuperado de: 10.13140/RG.2.2.28903.09122.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Tadich, N., & Hernández, M. (2000). Prevalencia de lesiones podales en ovinos de 25 explotaciones familiares de la provincia de Valdivia, Chile. Archivos de medicina veterinaria, 32(1), 63-74. Recuperado de; https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2000000100008

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad a enfermedades podales

2.2.2. Variable *susceptibilidad a parásitos gastrointestinales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *SANIDAD ANIMAL*		
VARIABLE: *susceptibilidad a parásitos gastrointestinales*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Evalúa la probabilidad de ocurrencia en las áreas que brindan al parásito (nematodo) todas las condiciones del ambiente que favorecen su aparición y facilitan el desarrollo de su ciclo biológico completo. Las parasitosis gastrointestinales, especialmente por nematodos, "es una de las causas más importantes de la baja productividad y merma económica de los sistemas pecuarios ovinocaprinos 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" (Herrera et ál., 2013). Estas infecciones 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 ál., 2005), además de los costos implicados en los tratamientos del animal que generan mayores gastos en la producción, reduciendo la rentabilidad" (Márquez, 2003, como se citó en Zapata et ál. 2016).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Brinda información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones ovinas y así evitar pérdidas económicas, puesto que "los ovinos 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).

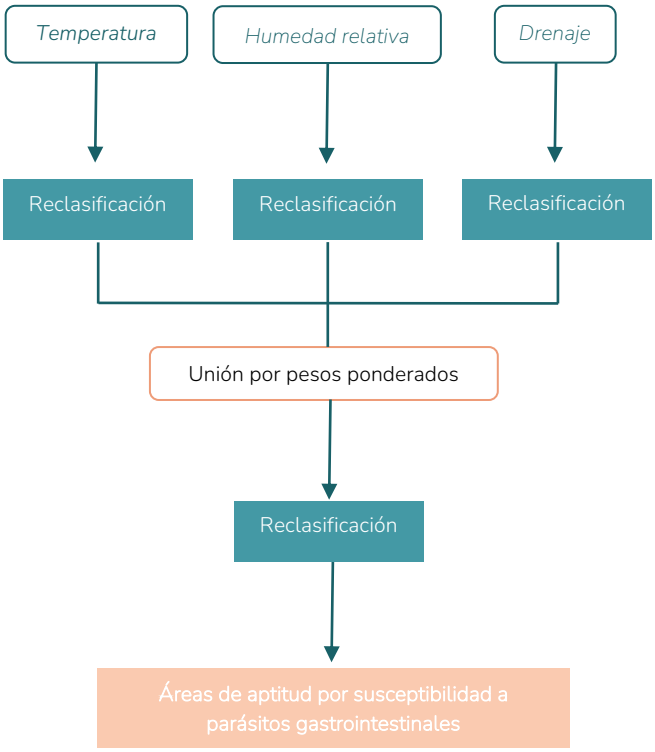
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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 ovinos en pastoreo



Las subvariables con los respectivos rangos utilizados para generar el modelo se describen a continuación:

Subvariable	Unidad de medida	Rangos de aptitud		
		Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)
Temperatura	°C	<10 > 28	10-20	20-28
Humedad relativa	%	<80	80-85	>85
Drenaje	Tipo	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 aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se estableció mediante la siguiente reclasificación de aptitud:

Aptitud para la producción de ovinos en pastoreo para la variable *susceptibilidad a parásitos gastrointestinales*

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Adimensional.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Benavides, E. (2009). Principales enfermedades que afectan la producción ovina en el trópico. Spei Domus 5 (11) Recuperado de: https://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/view/594

Cepeda Martínez, E. R. (2017). Estudio parasitológico de nematodos gastrointestinales en ovinos del municipio de Ubaté, Cundinamarca. (Trabajo de pregrado). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja. Recuperado de: http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/2312

DANE. (2014). Censo nacional agropecuario. Bogotá: DANE.

Ensuncho-Hoyos, C, Castellano-Coronado, A, Maza-Ángulo, L, Bustamante-Yánez M. y Vergara-Garay O. (2014). Prevalencia y grado de infección de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo en pastoreo de cuatro municipios de Cordoba, Colombia. Revista Científica, FCV-LUZ / XXIV (5), 414 – 420

Figueroa J. & Acevedo P. (2011). Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales en ovinos en clima templado. En: Quiroz, H; Figueroa, J.A; Ibarra, F; López, M.E, Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Recuperado de: ISBN:978-607-00-4015-3

Herrera O, L., Ríos O, L., & 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. Recuérado de: https://doi.org/10.21897/rmvz.157

Ideam. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de brillo solar media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

_. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. Bogotá: ideam.

_. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de precipitación media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

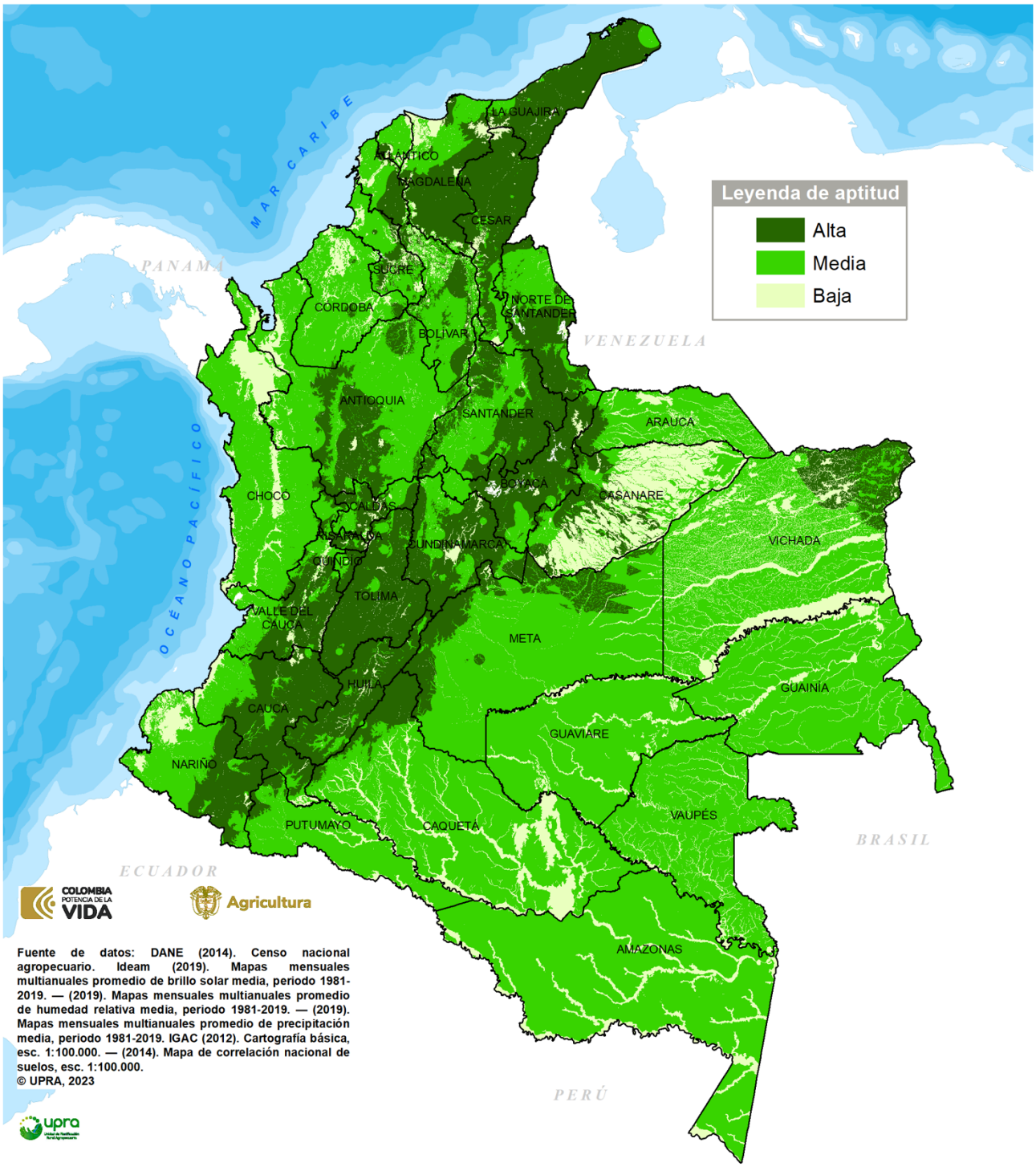
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Liébano, E. (2011). Ecología de larvas de nematodos gastrointestinales de bovinos, ovinos y caprinos. En: Quiroz, H; Figueroa, J.A; Ibarra, F; López, M.E., Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Recuperado de:ISBN:978-607-00-4015-3

Zapata R., Velásquez, R, Herrera, L, RíosL, & Polanco, D. (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. Recuperado de: https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i2.11647

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: DANE (2014). Censo nacional agropecuario. Ideam (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de brillo solar media, periodo 1981-2019. — (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. — (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de precipitación media, periodo 1981-2019. IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

CRITERIO SANIDAD ANIMAL

Variable susceptibilidad a párasitos gastrointestinales

2.2.3. Variable *susceptibilidad a parásitos hepáticos*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *SANIDAD ANIMAL*		
VARIABLE: *susceptibilidad a parásitos hepáticos*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

De acuerdo con los preceptos de Pávez y de la Barra (2019), "La fascioliasis es una de las enfermedades parasitarias importantes que afecta al rebaño ovino. En animales afectados, puede generar una disminución en la capacidad reproductiva, ganancia de peso, producción de carne y leche y calidad de la lana y el cuero". En tal sentido, se evaluó la probabilidad de ocurrencia en las áreas que brindan al parásito (trematodo) y a su vector, a saber: todas las condiciones medioambientales, suelos inundables y rebaños, entre otros, que favorecen la aparición del parásito y facilitan el desarrollo de su ciclo biológico completo (Valderrama, 2015).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La infestación con la fasciola hepática "perjudica la economía del productor al generar una disminución en la producción ovina expresada en corderos de menor peso y tamaño, mala calidad de lana e incremento en la mortalidad. Este parásito puede llegar a afectar la salud humana mediante el consumo de las vísceras (hígado) provenientes de animales infectados" (Pavez y de la Barra, 2019). Además, brinda información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones ovinas y evitar tanto pérdidas económicas como problemas en la salud pública.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En el análisis de esta variable, no hay limitantes.

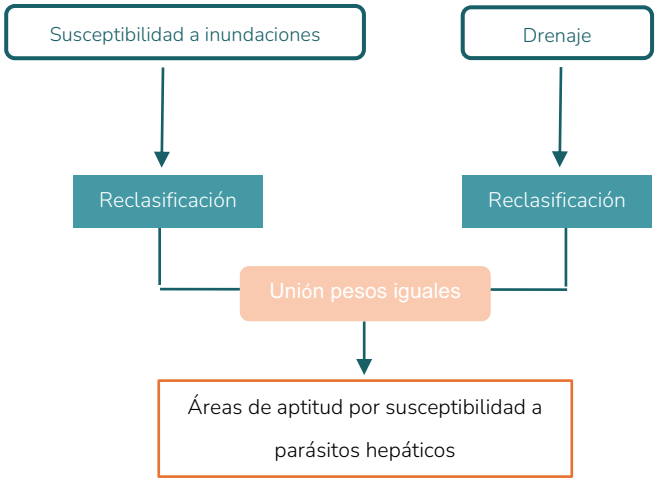
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de esta variable, no hay límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE 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 hepáticos para la producción de ovinos en pastoreo



A continuación, se describen las subvariables con sus respectivos rangos utilizados para generar el modelo:

Subvariable	Rangos de aptitud		
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Susceptibilidad a inundaciones	No hay	Cortas	Largas y muy largas
Drenaje	Bueno, excesivo	Moderado	Imperfecto, pobre y muy pobre

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se estableció mediante la siguiente reclasificación de aptitud:

Aptitud para la producción de ovinos en pastoreo por la variable susceptibilidad a parásitos hepáticos

Descripción	Aptitud
Susceptibilidad baja	Alta (A1)
Susceptibilidad media	Media (A2)
Susceptibilidad alta	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Adimensional.

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2014). Censo nacional agropecuario. Bogotá: DANE.

Díaz-Anaya, A, Chavarro-Tulcán, G, Pulido-Medellín, M, García-Corredor, D, & Vargas-Avella, J. (2017). Estudio coproparasitológico en ovinos al pastoreo en Boyacá, Colombia. Revista de Salud Animal, 39(1), 1-8. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-570X2017000100001&lng=es&tlng=es.

Ideam. (2019). mapas mensuales multianuales promedio de brillo solar media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

_. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de humedad relativa media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

_. (2019). Mapas mensuales multianuales promedio de precipitación media, periodo 1981-2019. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.00. Bogotá: IGAC. .

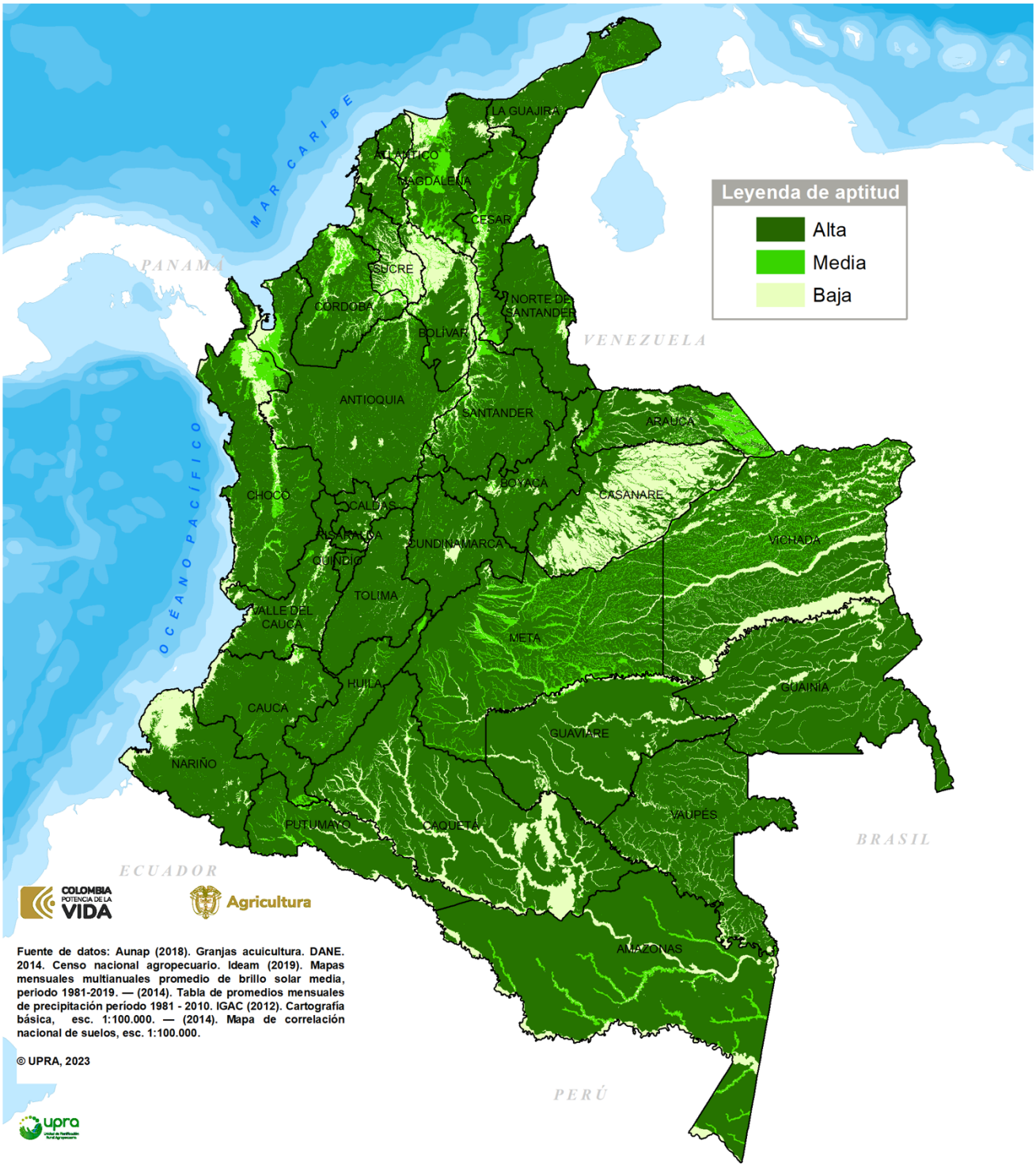
Pavez, P. & De la Barra, R. (2019). Fasciolasis en ovinos. Instituto de investigaciones agropecuarias (Inia)-informativo N° 196.

Quiroz, H; Figueroa, J.A; Ibarra, F; López, M. (2011). Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos. Recuperado de: ISBN:978-607-00-4015-3

Suárez, V. H., Olaechea F. V., Rossanigo C. E., y Romero J. R. (2007). Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América. EEA INTA, Anguil.

Valderrama Pomé A.. (2016). Prevalencia de fascioliasis en animales poligástricos de Perú, 1985- 2015. Rev Med Vet.;(32):121- 129. Recuperado de: doi: http://dx.doi.org/10.19052/mv.3861

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad a párasitos hepáticos

2.2.4. Variable *susceptibilidad a rabia de origen silvestre*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 rabia de origen silvestre, de control oficial, 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 la especie.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Brinda la información necesaria para tomar medidas preventivas de bioseguridad para el establecimiento de producciones ovinas y evitar pérdidas económicas o riesgos en la salud pública.

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).

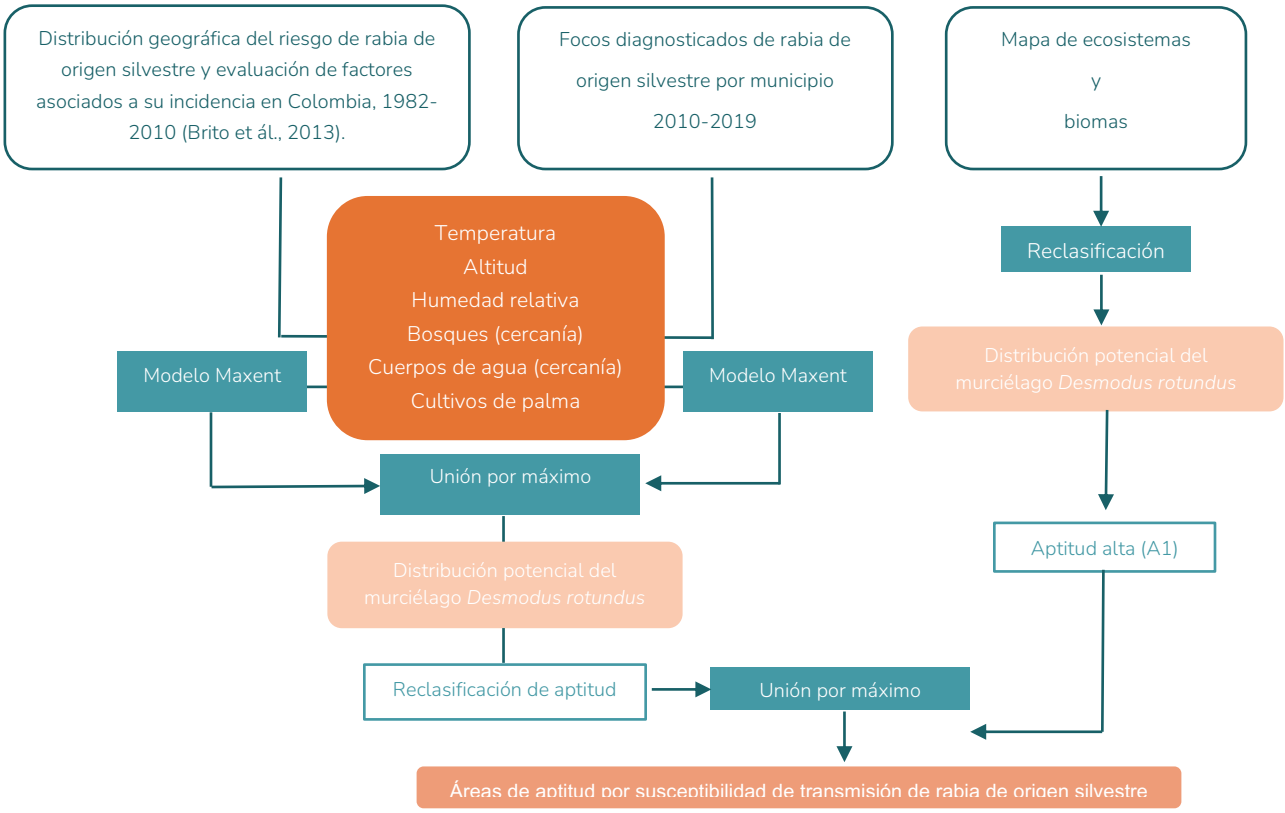
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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:

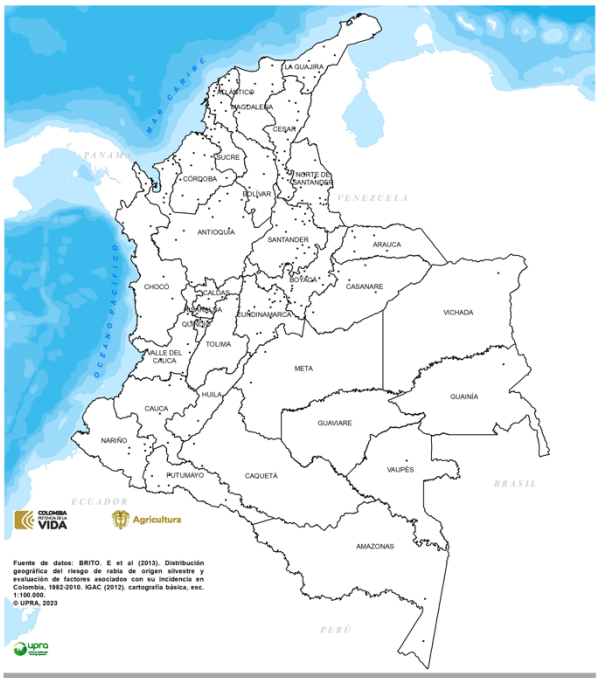
Procedimiento para determinar la susceptibilidad a rabia de origen silvestre para la producción de ovinos en pastoreo



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

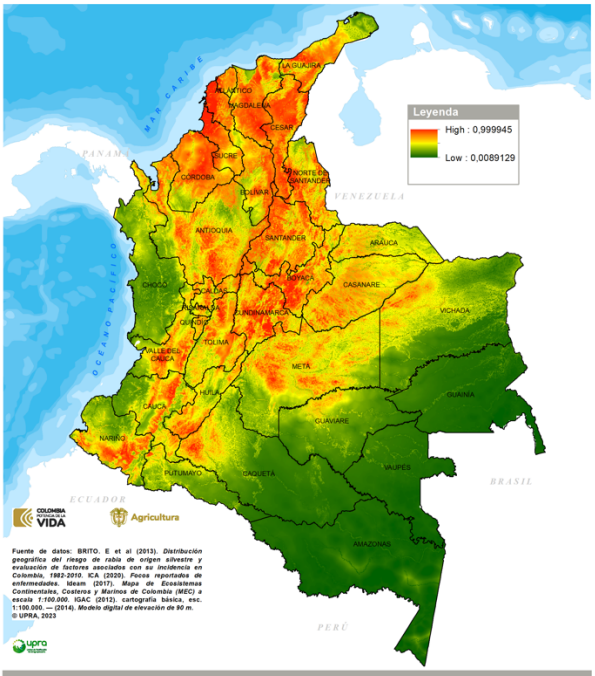
Subvariable focos diagnosticados. Resalta los focos georreferenciados diagnosticados por el ICA durante el periodo 2010-2019.

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, periodo 1982-2010, realizada por Brito et ál. (2013).



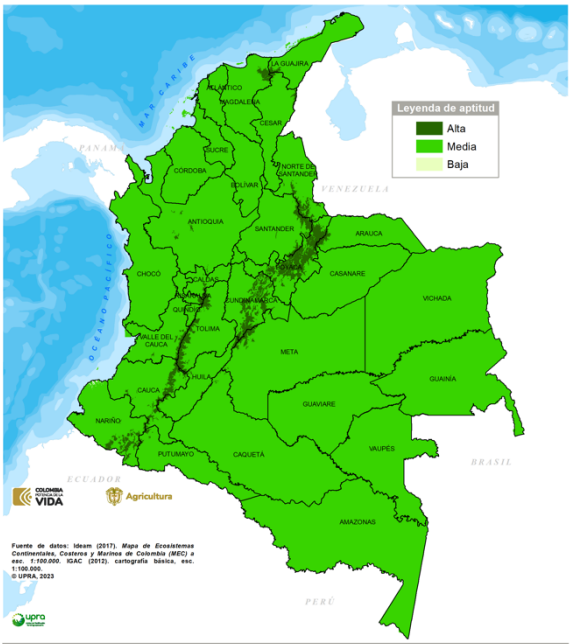
CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Subvariable estudio Brito

A las anteriores subvariables se les realizó cien repeticiones para generar un modelo Maxent a cada una, teniendo en cuenta la temperatura, la altitud, la humedad relativa, la cercanía a bosques y a cuerpos de agua, cultivos de palmas y deforestación. Posteriormente, estos modelos se unieron por el máximo, generando la siguiente salida cartográfica de la distribución potencial del murciélago:



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Subvariable unión Brito - focos diagnosticados

Del mismo modo, se realizó 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 páramo), 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 gráfica final, se realizó la unión de estos últimos insumos teniendo en cuenta las áreas donde no se presenta distribución del murciélago, los cuales en la salida grafica final, tendrán aptitud alta (A1). Para las aptitudes media (A2) y baja (A3), se realizó por reclasificación por intervalos geométricos de los datos del modelo Maxent, en donde se describe la distribución potencial del murciélago, según lo cual la menor aptitud fue de las áreas donde el modelo presenta una mayor valor de distribución del murciélago. Para el establecimiento de los rangos de aptitud de la variable, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se estableció mediante la siguiente reclasificación:

Aptitud para la producción de ovinos 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)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Adimensional.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Brito, D., Brito, E & Villalobos, R. (2013). Distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982-2010. Revista Panamericana de Salud Pública, 33(1), 08-14.

ICA. (2020). Focos diagnosticados con rabia de origen silvestre georreferenciados 2009-2019. Bogotá: ICA.

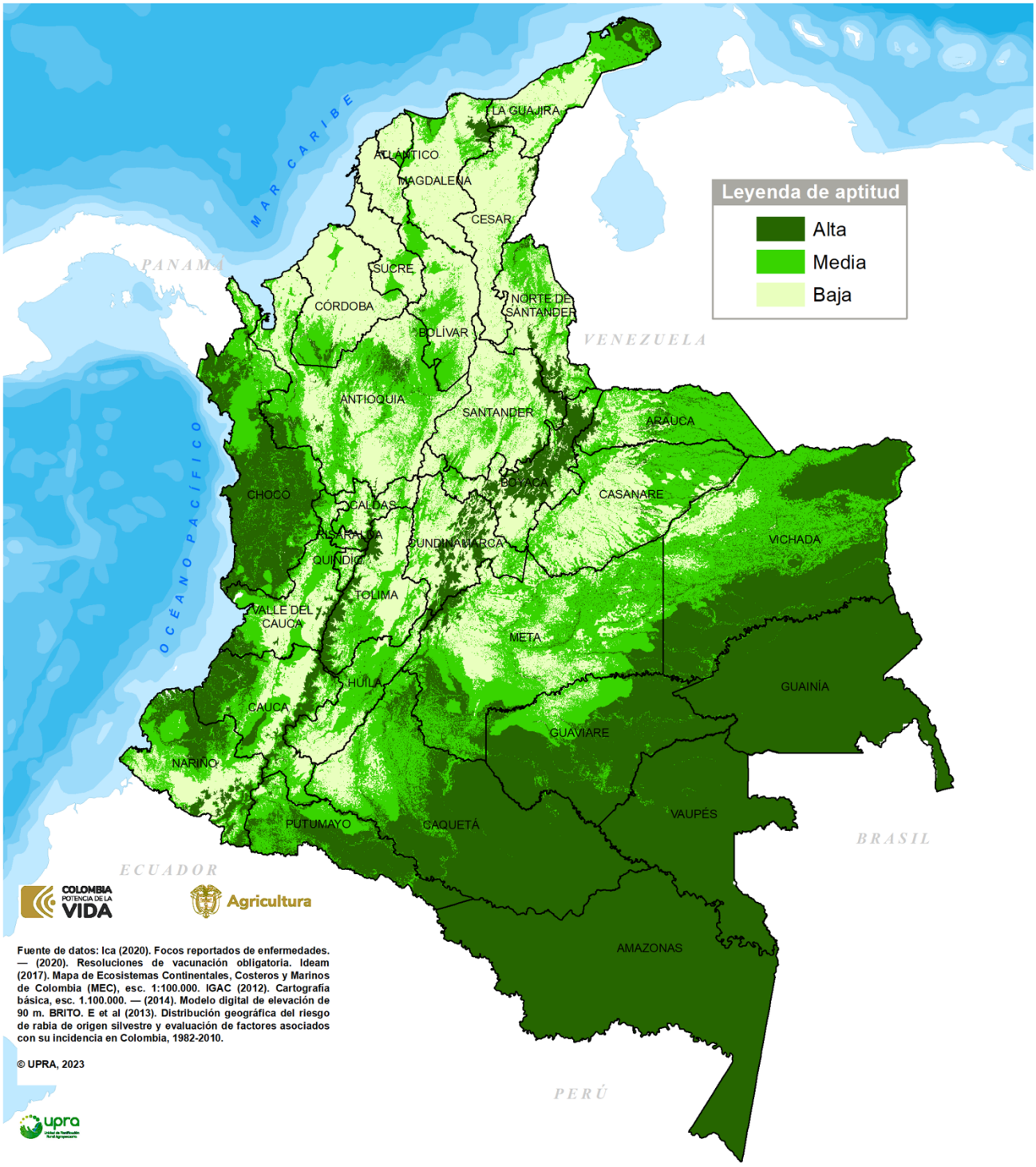
_. (2020). Resolución ICA 064528 del 24 marzo 2020. Bogtá: ICA.

Ideam. (2017). Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC) a escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Modelo digital de elevación de 90 m. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SANIDAD ANIMAL
Variable susceptibilidad a rabia de origen silvestre

2.3. Criterio *apropiación y acceso al agua*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 metros cúbicos.

Acceso al agua, expresado como adimensional.

DEFINICIÓN

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 para el consumo del inventario actual del ganado ovino y determina la disponibilidad del recurso para futuras producciones— y la cercanía a los cuerpos de agua para garantizar el suministro y acceso al líquido por parte de los animales. Este consumo de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis (subzona hidrográfica), dependiendo de la oferta hídrica, en primer lugar, a partir del agua contenida naturalmente en el suelo y los aportes de la lluvia; en segundo lugar, desde el agua de drenaje superficial y, en casos excepcionales, a partir de transvases desde cuencas circundantes. Cuanta mayor demanda de agua por parte del inventario ovino en la zona, tanta mayor cantidad de elementos involucrados para el suministro y mayor competencia frente tanto a las demás coberturas como a los usos establecidos en la unidad de análisis. La cercanía hace referencia a los predios a los que se les facilita el acceso por la colindancia con cuerpos de agua primario y secundario 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 consiste en que estima la sostenibilidad hídrica de la unidad de análisis (polígonos de ETR x SZH) y disponibilidad hídrica de la subzona hidrográfica,

necesarias para mantener y desarrollar 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, pues 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, como se se muestra a continuación:

Procedimiento para determinar la aptitud del criterio para apropiación y acceso al agua para producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo

		Apropiación de agua		
		A1	A2	A3
Acceso al agua	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

Acceso al agua. Se elaboró el criterio teniendo en cuenta la cercanía de predios aptos para ganadería ovina a cuerpos de agua y 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 según la información del índice de disponibilidad hídrica del ENA (2018) por subzona hidrográfica, asignando el rendimiento al porcentaje de área de los cuerpos de agua. La cercanía a cuerpos de agua se calculó teniendo en cuenta la distancia euclidiana. La integración de las coberturas, predios, disponibilidad hídrica y distancia a cuerpos de agua se realizó mediante la siguiente 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, como se puede observar en la siguiente tabla:

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)

Apropiación del agua. Se elaboró el criterio 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 ovino y las unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014) con el fin de estimar un promedio de animales por UPA, precipitación media multianual y subzonas hidrográficas del ENA (2018), lo cual permitió calcular la cantidad de animales por subzona, considerando un consumo de agua de 3.5 L/animal/día (Araújo et ál., 2010; Miranda et ál., 2015). 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 apropiación de lagua
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 aptitud del criterio, se siguió la siguiente 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 de carne ovina (Ovis aries) 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)

FUENTES DE INFORMACIÓN

Araújo, G., Voltolini, T., Chizzotti, M., Nogueira, S. & Carvalho F. (2010). Water and small ruminant production. Revista Brasileira de Zootecnia, 39 (Suppl. spe), 326-336. Recuperado de: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300036

Fraser. (2006). El bienestar animal y la intensificación de la producción animal, una interpretación alternativa. FAO.

ICA. (2019). ICA. Recuerado de: https://www.ica.go

Ideam (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

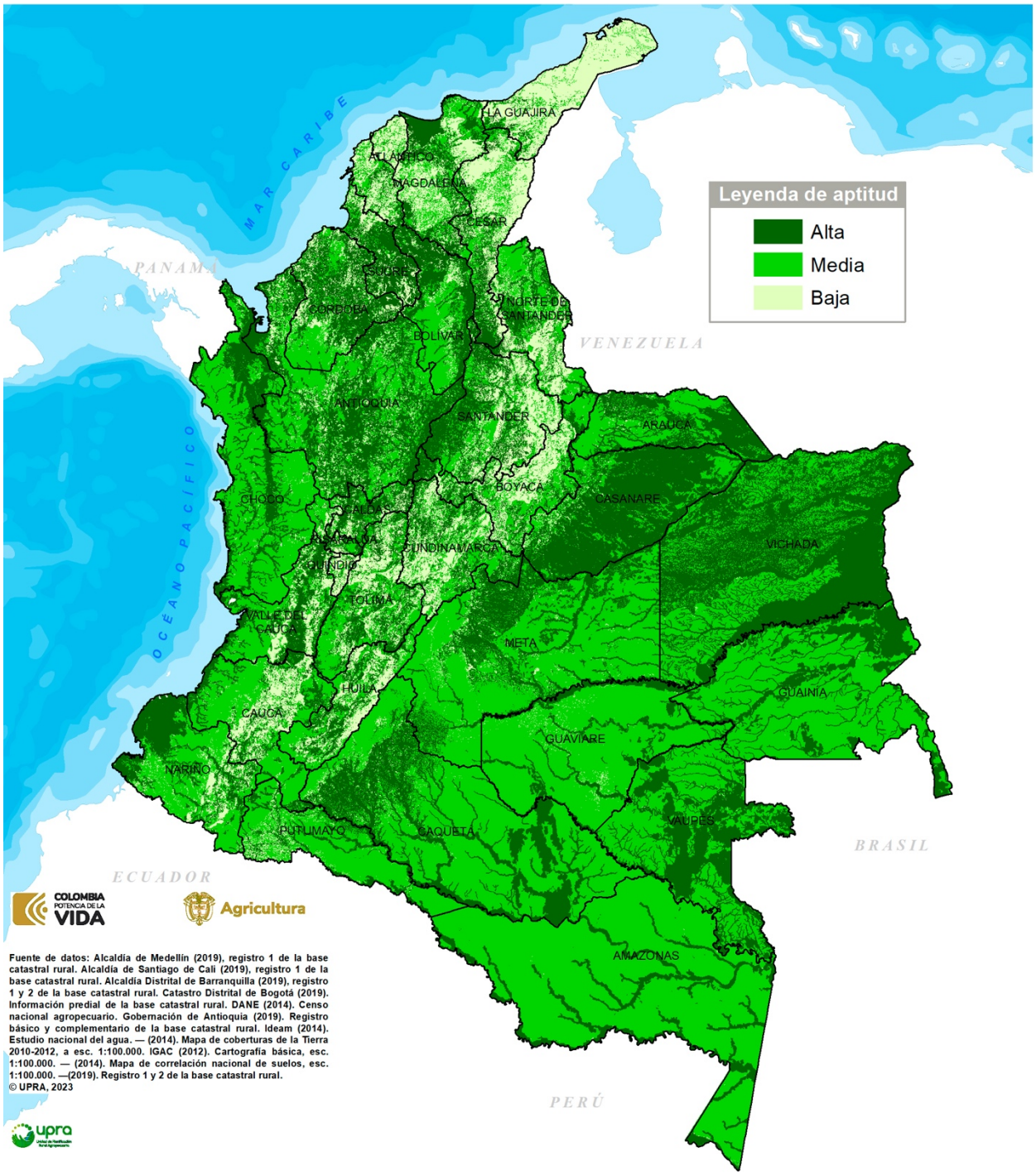
_. (2018). Estudio nacional del agua. Bogotá: Ideam.

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.

Miranda, A., Stokka, G. & Mostrom M. (2015). Livestock Water Requirements. NDSU Extension Service July 2015.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA

2.3.1. Variable *apropiación del agua*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSITÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACION Y ACCESO AL AGUA		
VARIABLE: *apropiación del 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 ovino para la producción de carne en pastoreo en una subzona hidrográfica mediante la evaluación de la oferta hídrica natural.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La importancia de evaluar esta variable radica en conocer el grado de aptitud de un área geográfica de acuerdo con la disponibilidad de agua para el desarrollo adecuado del ganado ovino, de tal manera que permita suplir adecuadamente las necesidades de saciar la sed de los animales 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 se 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 ovinos 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 ovino 2019. ICA, 2019.
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), 2018.

A través del uso consuntivo de agua por las pasturas, la demanda hídrica, incluyendo el consumo potencial, información del censo ovino y las unidades de producción agrícola (Censo Nacional Agropecuario, 2014), se estimó un promedio de animales por UPA, como se muestr a continuación:

Uso consuntivo

Aptitud	Rango
Alta	0,2-0,7
Media	0,7-1,05
Baja	>1,05

En relación con la oferta, se partió de la precipitación media multianual y las subzonas hidrográficas del Estudio Nacional del Agua, con al fin de llevar la información de las UPA a subzona hidrográfica, lo cual permitió calcular la cantidad de animales por subzona, teniendo en cuenta un consumo de agua de 3,5 lirto por animal por día (Araújo et ál. 2010; Miranda et ál., 2015). De esta manera, es posible estimar cuánta agua consumen la totalidad de los animales. En la siguiente tabla se puede observar la reclasificación de los rangos de aptitud que se realizó a través de intervalos geométricos:

Demanda hídrica

Aptitud	Rango
Alta	<797
Media	797-2,808
Baja	>2,808

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para la integración del uso consuntivo y de la demanda hídrica se realizó el siguiente árbol de decisión:

Aptitud para el establecimiento de la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo por la variable apropiación de agua

Demanda hídrica	Uso consuntivo coberturas aptas	Aptitud *apropiación de agua*
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A2
A2	A1	A1
	A2	A2
	A3	A3
A3	A1	A2
	A2	A3
	A3	A3

UNIDAD DE ANÁLISIS

Píxel.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Araújo, G., Voltolini, T., Chizzotti, M., Nogueira, S. & F. Carvalho. (2010). Water and small ruminant production. Revista Brasileira de Zootecnia, 39 (Suppl. spe), 326-336. Recuperado de: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300036

ICA. (2018, octubre). ICA. Recuperado de: https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx.

Ideam (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

_. (2018). Estudio nacional del agua. Bogotá: Ideam.

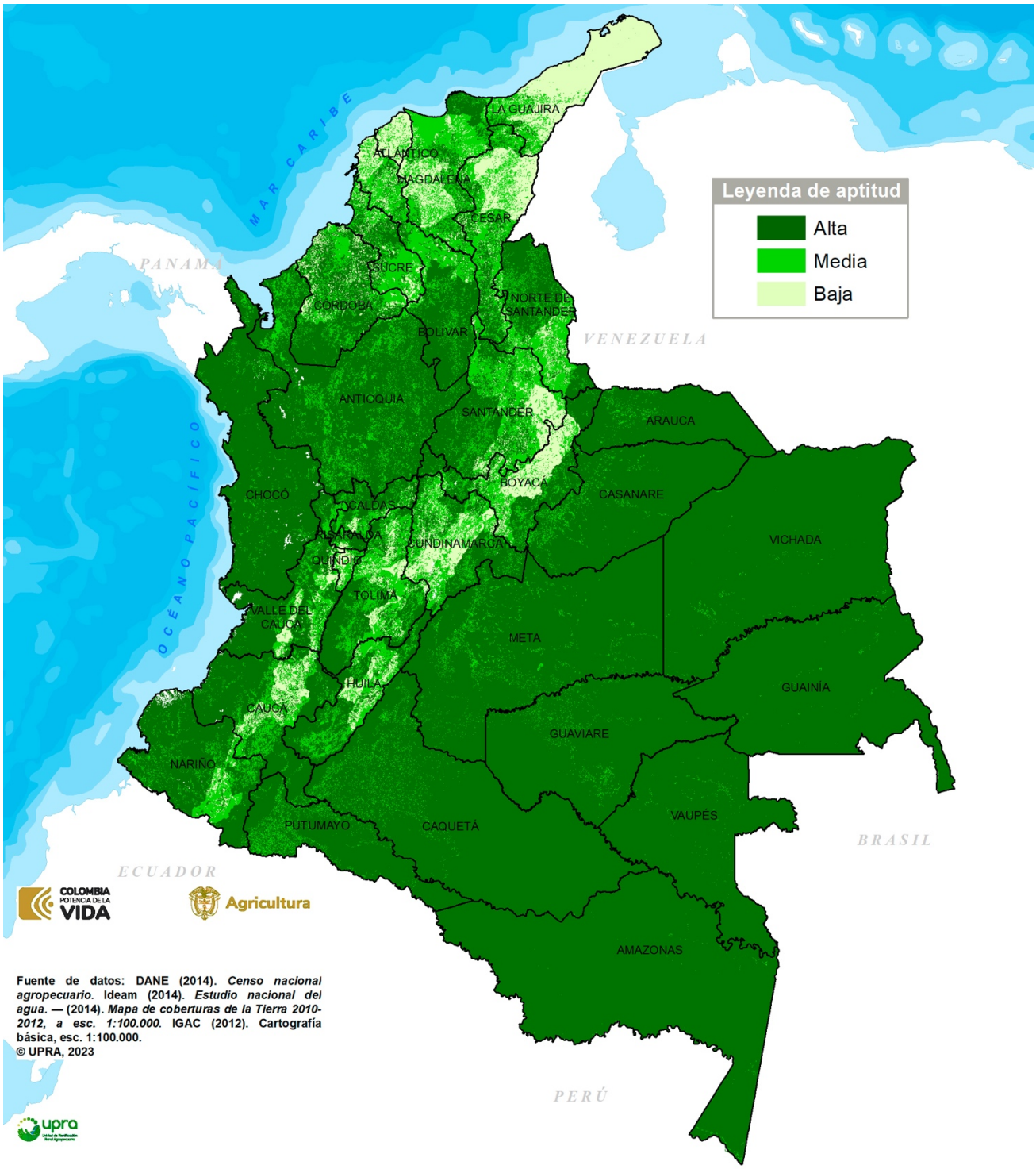
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Miranda, A., Stokka, G. & Mostrom M. (2015). Livestock Water Requirements. NDSU Extension Service July 2015.

National Research Council (NRC). (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed. National Academy Press.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: DANE (2014). *Censo nacional agropecuario*. Ideam (2014). *Estudio nacional del agua*. — (2014). *Mapa de coberturas de la Tierra 2010-2012, a esc. 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2023

CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA
Variable apropiación de agua

2.3.2. Variable *acceso al agua*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO		
COMPONENTE: SOCIOECOSITÉMICO			
CRITERIO ASOCIADO: *APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA*			
VARIABLE: *acceso al agua*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		Exclusión técnica	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

El agua es "el elemento más vital de todos los conocidos hasta el momento" (Sager, 2000). Además, "tiene una importancia primaria como el mayor constituyente del organismo animal; ésta 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 y constante al agua limpia y fresca, la cual debe satisfacer los requerimientos nutricionales en las etapas productivas, sustento básico no sólo para el mantenimiento y desarrollo, sino también para el cumplimiento de la libertad (libre de sed) del bienestar animal. La falta de disponibilidad y consumo de esta puede producir la muerte.

Esta variable hace referencia a la accesibilidad a los cuerpos de agua para garantizar el agua requerida para el sustento animal. De esta forma, en términos de la aplicación de la presente zonificación, para la evaluación de la variable se optó por calificar las zonas de territorio de la siguiente forma: un territorio con aptitud alta tiene cercanía a cuerpos de agua, que se encuentra en las cantidades suficientes para responder al bienestar animal, lo cual garantizaría condiciones para el establecimiento de la actividad pecuaria y aseguraría la posibilidad del establecimiento de una producción animal en dicha zona demarcada en el territorio. Por el contrario, en cuanto a las zonas con 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 del animal y su supervivencia en el sistema productivo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

En el análisis de la variable, no se presentan 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 ovina a cuerpos de agua, de acuerdo con el mapa del criterio *cambio de cobertura de la cadena* y con 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 (2018) por subzona hidrográfica, asignando el rendimiento en función del porcentaje del 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 siguiente expresión:

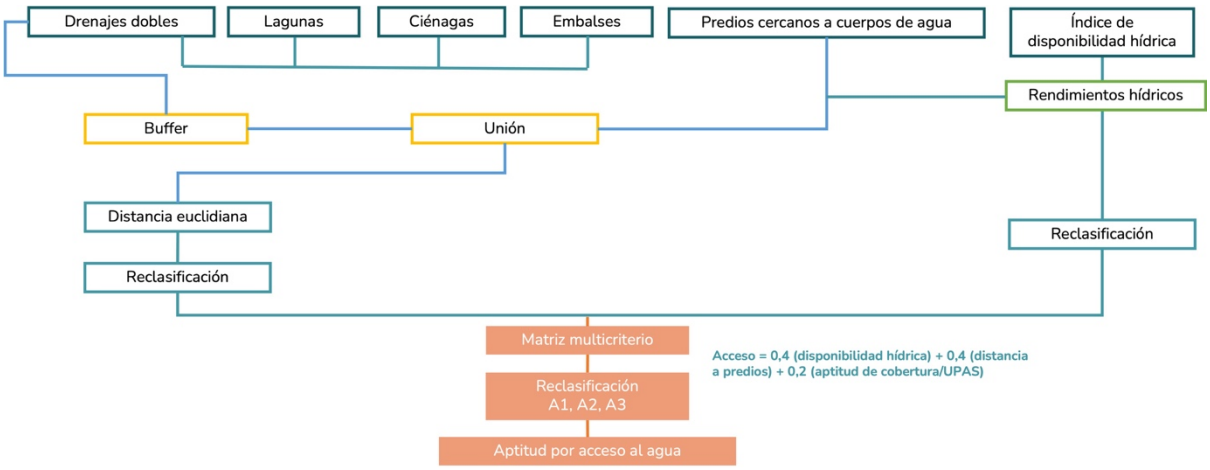
Acceso al agua = 0,4 (*disponibilidad hídrica*) + 0,4 (*distancia a predios*) +0,2 (*aptitud cobertura/UPAS*)

La reclasificación de los rangos de aptitud se realizó teniendo en cuenta intervalos geométricos, como se muestra a continuación:

Rango	Aptitud
>2,4	Alta (A1)
1,6-2,4	Media (A2)
< 1,6	Baja (A3)

Para la evaluación de la variable, se realizó el procesamiento que se describe en la figura de abajo:

Procedimiento para determinar el acceso al agua para la producción de carne ovina (Ovis aries) en pastoreo



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para establecer los rangos de clase de aptitud de la variable, se realizó una reclasificación por intervalos geométricos, según la siguiente tabla:

Aptitud para para la producción de ovinos 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)

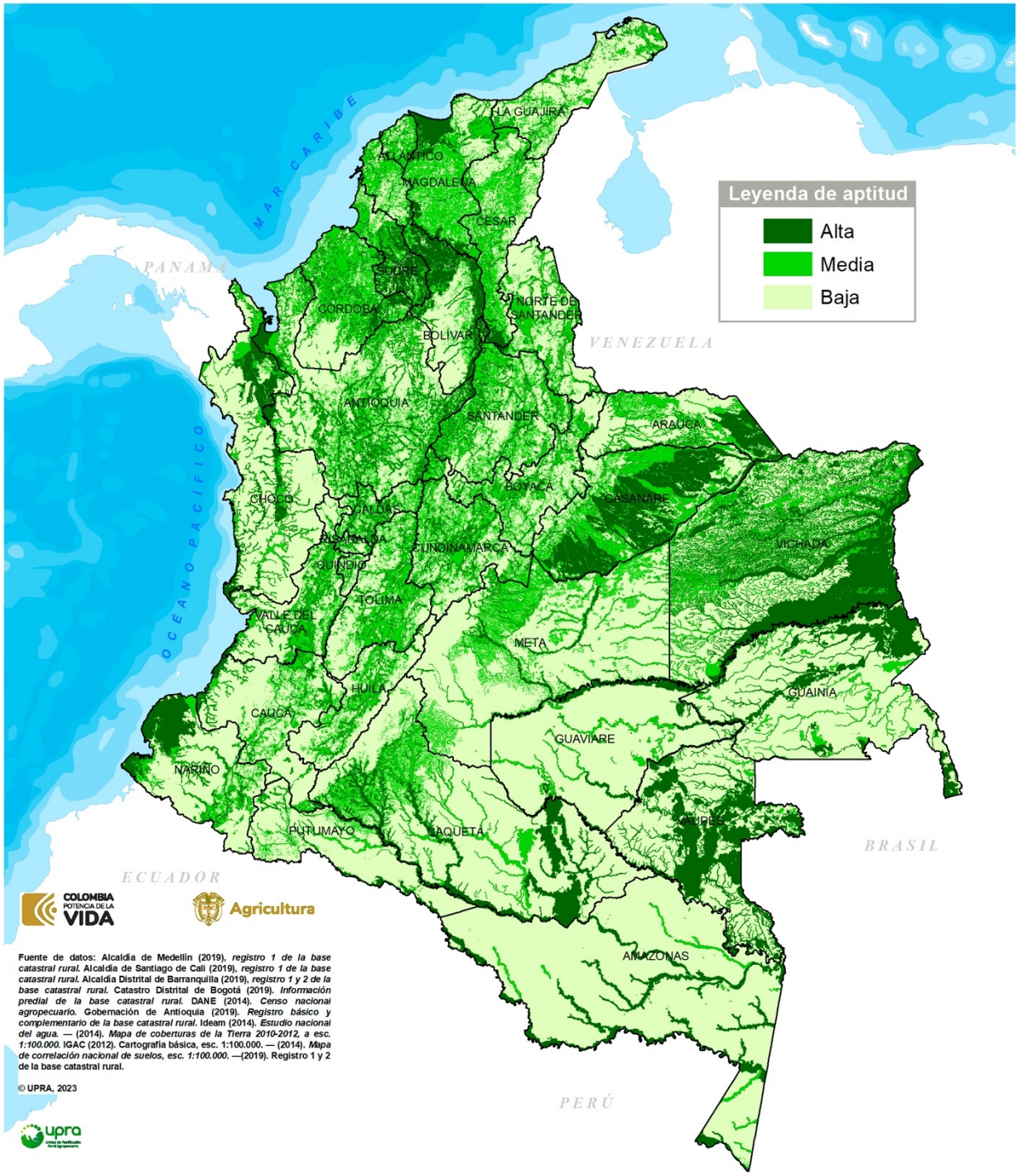
UNIDAD DE ANÁLISIS

Plígono de cobertura.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam. (2018). Estudio nacional del agua. Bogotá: Ideam.
Tafur, Mc. A y Acosta, J. (2016). Bienestar Animal: Nuevo reto para la ganadería. Bogotá: ICA

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO APROPIACIÓN Y ACCESO AL AGUA
Variable acceso al agua

2.4. Criterio *estatus ecológico de las pasturas*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA(TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Vigor, expresado como valores normalizados de la productividad primaria neta (t/ha/año).

Potencial de invasibilidad, expresado como valores normalizados de la probabilidad de invasibilidad.

Amenaza por incendios de la cobertura vegetal, expresada como categorías de amenaza total.

DEFINICIÓN

Capacidad de las pasturas no sólo de soportar y mantener su capital natural sin degradarse ante alteraciones externas, sino también 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. Este criterio responde tanto a la productividad y resiliencia de las pasturas como, de una forma indirecta, a la evaluación del bienestar animal para que se encuentren libres de hambre y desnutrición.

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, pues brinda herramientas que permiten determinar zonas que no son capaces de soportar la actividad ganadera; además, 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 de salida es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y 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 las variables ha sido previamente cartografiada y clasificada en tres rangos de aptitud: *alta* (A1), *media* (A2) y *baja* (A3), de acuerdo con la metodología explicada en la ficha de cada variable. 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:

$$EE = \alpha V + \beta PI + yAI$$

donde $\alpha, \beta \; y \; \gamma$ 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 fueron los siguientes:

$\alpha = 0{,}7$.
$\beta = 0{,}2$.
$\gamma = 0{,}1$.

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 (3,0-2,23)	Pasturas con moderada capacidad 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 (1,0-1,6)	No aplica

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para establecer los rangos de clase de aptitud de la variable, se realizó una clasificación según la siguiente tabla:

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Vigor	Valores normalizados de la productividad primaria neta	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

FUENTES DE INFORMACIÓN

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2016). Recuperado de http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras

García, L., y Baptiste, M. (2017). Aspectos metodológicos. En D. Cárdenas-López, M. Baptiste, & N. Castaño (Edits.), Plantas exóticas con alto potencial de invasión (pp 40-56). Bogotá: IAVH.

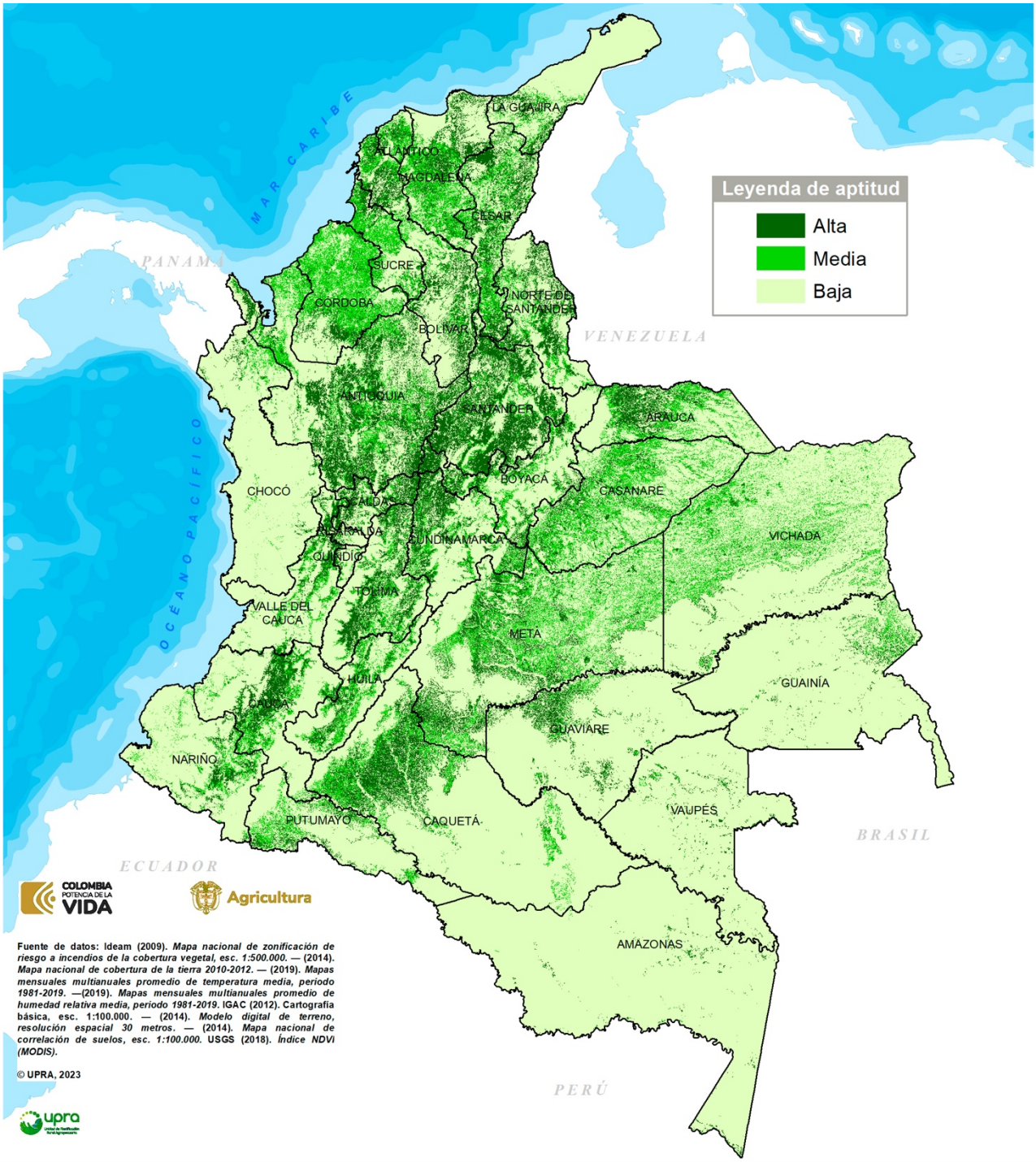
Hofstede, R. (2004). Health state of Páramos: an effort to correlate science and practice. Lyonia, 6(1). Recuperado de http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=266

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:Ideam – CONIF.

Organización de las 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 & CIGA. (2011). Aplicaciones del sensor MODIS para el monitoreo del territorio. (J.-F. Mas, Ed.).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS

2.4.1. Variable *vigor*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS*		
VARIABLE: *vigor*	UNIDAD DE MEDIDA: valores normalizados de la productividad primaria neta(t/ha/año)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Se refiere a la productividad de las pasturas, con particular atención en las interacciones que afectan los flujos de energía (ONU, 2006). De acuerdo con Hofstede (2004), se puede afirmar que cuanto mayor vigor tenga una pastura, tanta mayor será su productividad. En términos de salud ecológica, se asocia a la productividad del ecosistema. En términos biológicos, explica que, cuanta mayor sea la productividad de material vegetal, tanta mejor *salud* presenta el ecosistema (Hofstede, 2004). De acuerdo con esto, el vigor de las pasturas se analiza en el presente trabajo como la cantidad de materia seca que se encuentra contenida en los tejidos vegetales, la cual es proporcionada por la productividad primaria neta (fotosíntesis-respiración) de las plantas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Esta variable permite realizar una aproximación a la productividad de las pasturas, ya que identifica las áreas que poseen mayor vigor, las cuales, por sus condiciones naturales, representan a las que ofrecen a la ganadería ovina 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.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Consecuentemente 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. De igual manera, la generación de análisis geoestadísticos a partir de la base de datos AlimenTro, v. 4.0, de Agrosavia (2020), la cual posee información de la cantidad de materia seca evaluada de análisis bromatológicos de diferentes partes del país y varios años de colección, no contiene los puntos georreferenciados de sitios de colección, lo cual hace que la información se presente solamente a nivel municipal.

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 un 250 metros, la cual se conserva para el análisis realizado, y una resolución temporal de quince días (SEMARNAT, INE & 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, a nivel nacional, se hace necesario contar con herramientas de muestreo y monitoreo eficientes y económicas, como las técnicas de sensoramiento remoto (Medina et ál., 2009). Cuando el NDVI 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 ál., 2015; Ramírez, 2013).

Para la evaluación de la presente variable se realizó 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, en el año 2020, referidos a nivel municipal. De tal modo, se procedió, con un análisis espacial en el programa ArcGis, a realizar inicialmente un *merge* 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 estos 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 que 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:

$$\textit{Materia seca}\ (t/ha/año) = 50.342 * \text{NDVI} + 8{,}1937$$

A está ecuación se le aplicaron los valores de la regresión a la imagen promedio de NDVI para obtener el mapa de materia seca, expresada en toneladas por hectárea al año. Está determinación de la materia seca se evalúa sólo para las coberturas relacionadas con pastos, como se muestra a continuación:

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 con apoyo del programa ArcGis. Para establecer los rangos de aptitud, se utilizaron intervalos iguales como método de agrupamiento del programa ArcGis. De esta forma, se establece una relación directamente proporcional entre la aptitud y el vigor de las coberturas evaluadas, como se puede observar en la siguiente tabla:

Rangos de aptitud para la variable

Descripción	Rango	Aptitud
Áreas con pasturas de alta productividad	>41,2	Alta (A1)
Áreas con pasturas de moderada productividad	36,7-41,2	Media (A2)
Áreas con pasturas de baja productividad	< 36,7	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Píxeles con materia seca (t/ha/año).

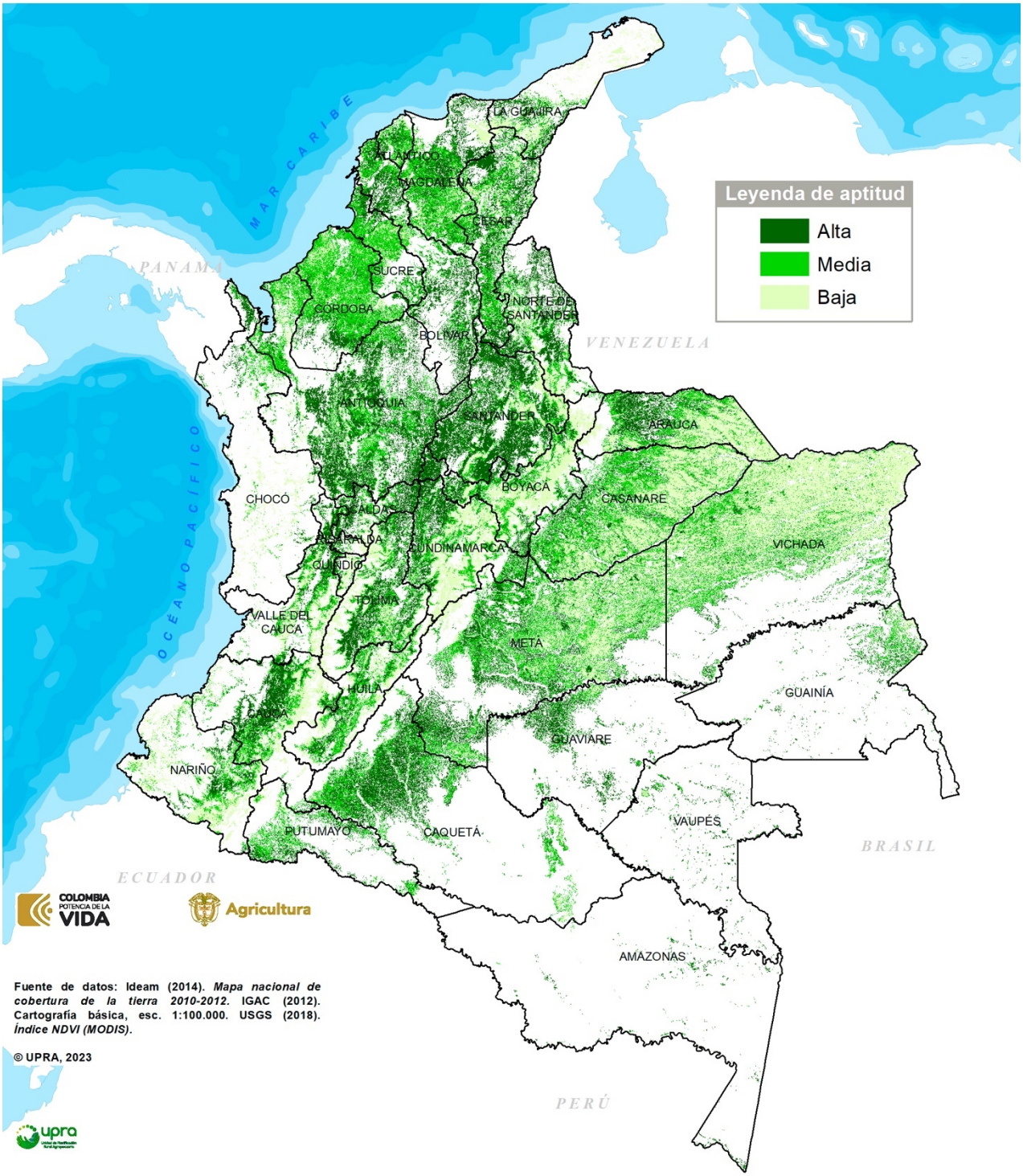
FUENTES DE INFORMACIÓN

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. Aragon. En S. Montesinos, & L. Fernández (Ed.), XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, (págs. 393-396). Catalayud. Recuperado de: http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf

Hofstede, R. (2004). Health state of Páramos: an effort to correlate science and practice. *Lyonia*, 6(1). Recuperado de http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=266

Organización de las Naciones Unidas. (2006). Los enfoques ecositémicos 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS
Variable vigor

2.4.2. Variable *amenaza por incendios de la cobertura vegetal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *ESTATUS ECOLÓGICO 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 las coberturas que, por sus características, tienen una mayor probabilidad de verse afectadas por un incendio, lo cual repercute de forma directa en la aptitud del territorio en el establecimiento y desarrollo de actividades agropecuarias. 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.

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, lo cual genera 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 su escala de salida es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y resta exactitud al 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 como la susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal, la precipitación, la temperatura, la velocidad del viento, la frecuencia de incendios de la cobertura vegetal, las pendientes y la radiación solar. Este mapa tiene por objetivo identificar el grado de amenaza por incendios de la cobertura vegetal que posee el país (Ideam, CONIF, 2009). De esta forma, se tomaron las categorías definidas en el mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, como se expone en la siguiente tabla:

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. 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)

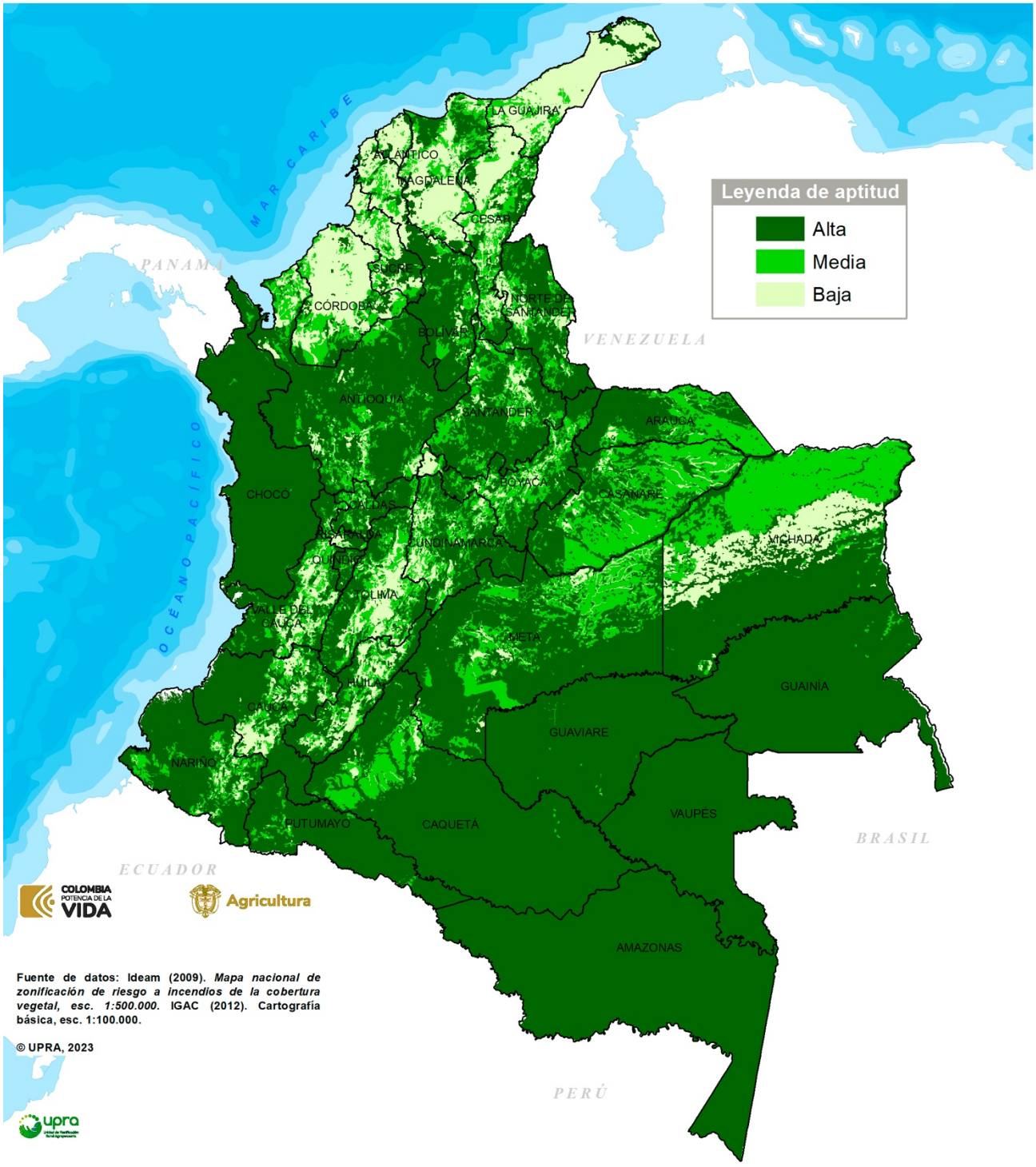
UNIDAD DE ANÁLISIS

Píxeles.

FUENTES DE INFORMACIÓN

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: Ideam – CONIF.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Ideam (2009). *Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, esc. 1:500.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS
Variable amenaza por incendios de la cobertura vegetal

2.4.3. Variable *potencial de invasibilidad*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

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. La variable contribuye a discriminar las áreas, que, por sus condiciones naturales, tienen mayores probabilidades para el establecimiento de estas especies.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Las especies invasoras en muchos casos tienen efectos negativos sobre la biodiversidad, como desequilibrios ecológicos entre las poblaciones silvestres; cambios en la estructura y composición de las comunidades o problemas en su funcionamiento; pérdida de poblaciones silvestres y degradación de la integridad ecológica de ecosistemas (CONABIO, 2016). En este sentido, cobra especial importancia identificar las áreas con mayor potencial de invasibilidad, por lo que esta variable contribuye a discriminar las áreas que, por sus condiciones naturales, presentan mayor probabilidad para el establecimiento y distribución de especies 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 a la obra *Plantas exóticas de alto riesgo de invasión en Colombia*, elaborada por el IAvH en coedición con el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), cuyos registros biológicos proporcionaron la localización de 16 poáceas con alto riesgo de invasión, como se puede observar en la siguiente tabla:

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, luego de lo cual se realizó un modelo de distribución para cada subgrupo, como se muestra a continuación:

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 programa 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 especies invasoras de clima cálido; y distribución potencial de especies invasoras de clima frío. Posteriormente, se realizó una superposición difusa (*fuzzy overlay*) con la función Or del programa ArcGis entre los dos modelos de distribución de las especies invasoras, lo cual permitió identificar los píxeles con los valores más altos. El mapa resultante de esta superposición fue reclasificado en tres rangos de aptitud. Para establecer los rangos de aptitud, se realizó 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, de acuerdo conla siguiente tabla:

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-<0,9	Media (A2)
Áreas cuyas condiciones biofísicas facilitan la invasibilidad	>0,9	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

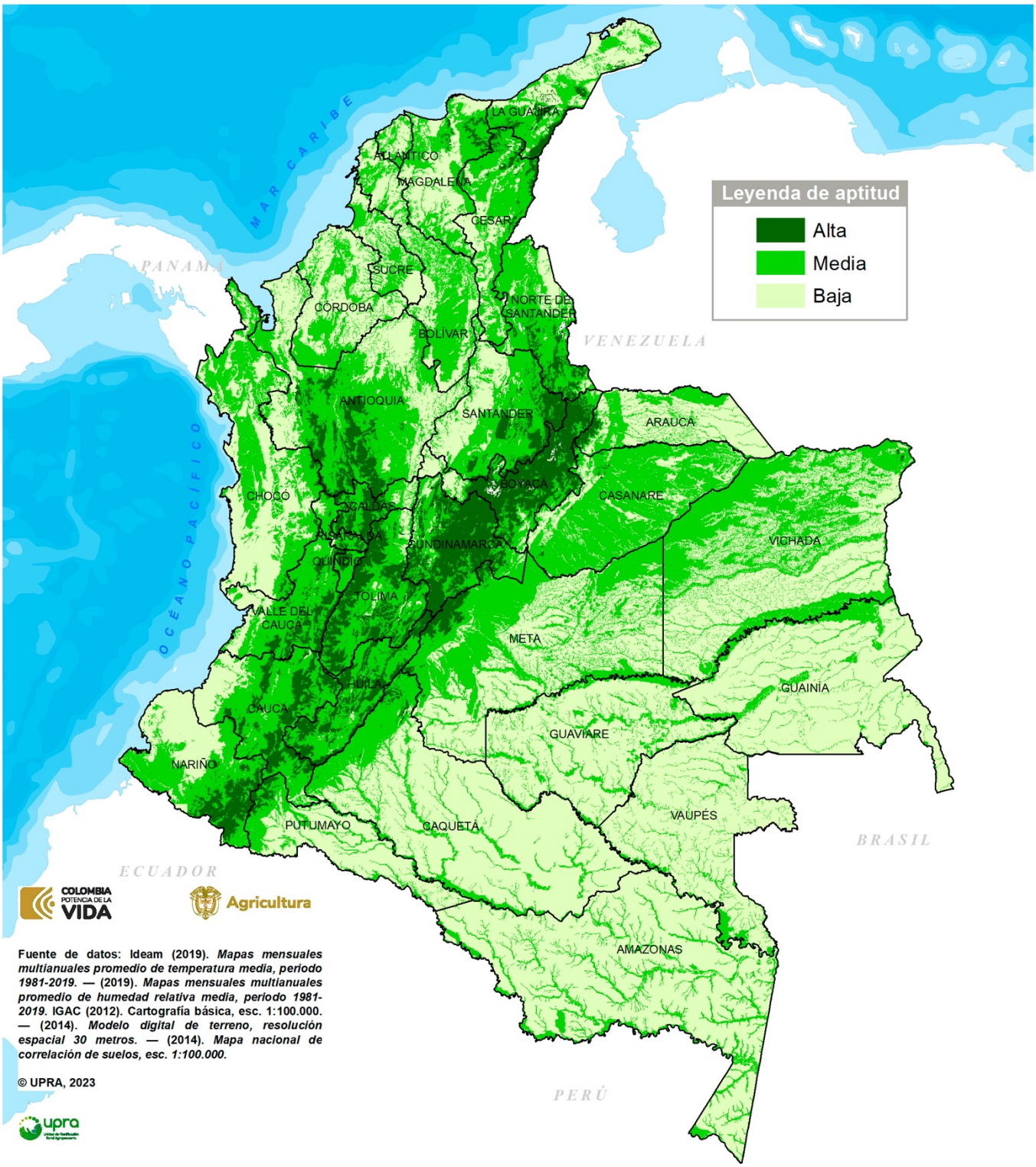
Categoría de invasibilidad.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2018, Abril). Recuperado de http://www.biodiversidad.gob.mx/invasoras

García, L. y Baptiste, M. (2017). Aspectos metodológicos. En D. Cárdenas-López, M. Baptiste, & N. Castaño (Edits.), Plantas exóticas con alto potencial de invasión (págs. 40-56). Bogotá: IAVH.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ESTATUS ECOLÓGICO DE LAS PASTURAS
Variable potencial de invasibilidad

2.5. Criterio *potencial forrajero de pastos nativos y naturalizados*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Número de especies presentes de importancia forrajera, expresado como valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero en Colombia, basado en la distribución biogeográfica o en patrones corológicos.

Uso tradicional de los pastos nativos como forrajes, expresado como categorías cualitativas de uso de especies nativas como forraje.

DEFINICIÓN

Expresa la distribución natural de algunas de las principales especies de pastos de la familia *Poaceae* (gramíneas) utilizadas en mayor o menor grado como forrajes para la producción de ganado ovino en Colombia. Así mismo, expresa el uso potencial que podrían tener según el grado de conocimiento y tradición en su utilización a nivel regional.

Las poaceas (gramíneas) han, sido desde la antigüedad, una de las familias de plantas más importantes para satisfacer varias necesidades del hombre, ya que han representado la principal fuente de alimentos tanto para el hombre (trigo, maíz, arroz etc) como para el forraje de los animales. Las gramíneas son la fuente más grande de bienestar en el mundo, ya que no sólo suministran el pan —base de la alimentación de casi todos los pueblos—, sino que también son los principales constituyentes de las praderas y las sabanas que alimentan los ganados (Cañas, 2013).

De acuerdo con Cañas (2013), las gramíneas constituyen la sexta familia más rica en la flora de Colombia. En el contexto latinoamericano, Colombia ocupa el cuarto lugar en cuanto a la riqueza de la flora agrostológica se refiere. De acuerdo con los registros del Herbario Nacional Colombiano (COL) del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (Universidad

Nacional de Colombia de Colombia, 2020), las regiones naturales de Colombia que presentan la mayor riqueza agrostológica son la Andina, la Orinocense, la Caribe y la Guayanesa, con 616, 277, 210 y 195 especies, respectivamente. Se ha observado que las tierras bajas presentan el mayor número de especies: 0-500 m s. n. m., con 425 especies; 500-1000 m s. n. m., con 271 especies; 1000-1500 m s. n. m., con 269 especies. Dentro de esta familia se documentaron 211 especies usadas en diferentes grupos, entre las cuales se identificaron 68 especies forrajeras.

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 por sus beneficios nutritivos y por condiciones organolépticas, pueden convertirse en una fuente de alimento de importancia para la ganadería (Sossa et ál., 2017; Peñuela et ál., 2014).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Este criterio contribuye a la identificación de áreas con pasturas naturales y naturalizadas, las cuales son o podrían ser utilizadas como alternativas potenciales o como suplemento para los pastos forrajeros utilizados normalmente en la producción ganadera. El criterio, contribuye a discriminar las unidades de mayor concentración y probabilidad de distribución de las diversas especies de gramíneas forrajeras en el territorio colombiano como potenciales fuentes alternativas de alimento para la implementación de sistemas pecuarios.

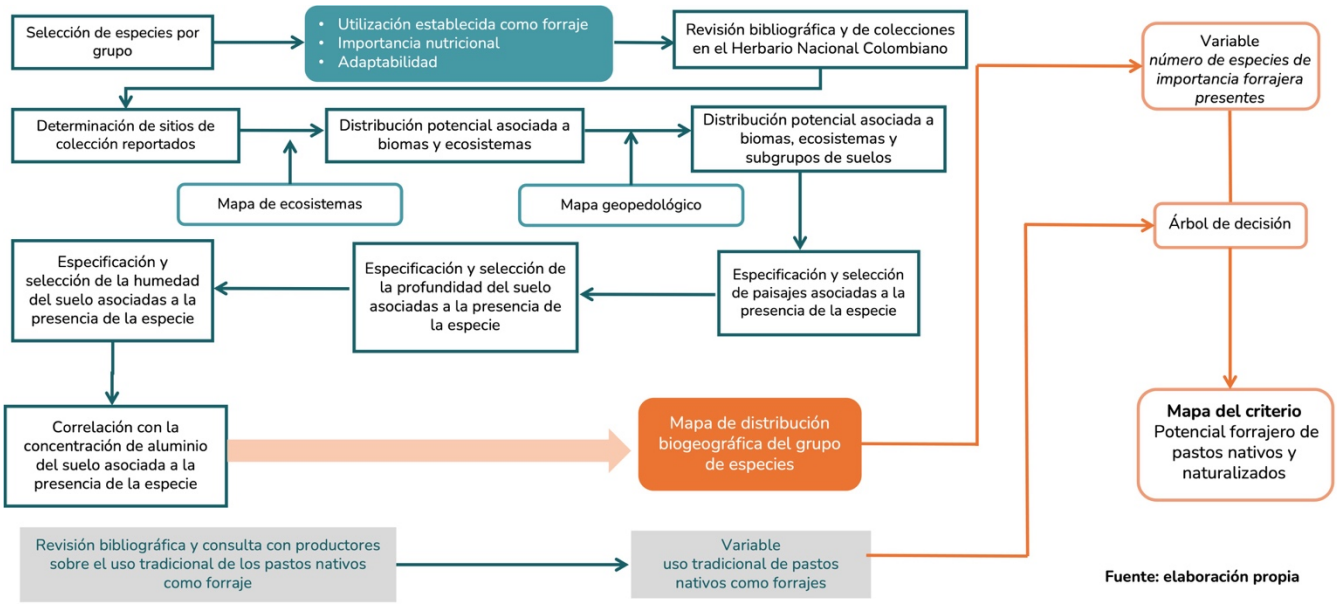
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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: *número de especies presentes de importancia forrajera*; y *uso tradicional de los pastos nativos como forrajes*. Estas variables han sido previamente cartografiadas y clasificadas en tres rangos de aptitud, de acuerdo con las metodologías explicadas en las respectivas fichas. La metodología general puede observarse en la siguiente figura:

Diagrama metodológico para la evaluación del criterio y las variables



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 de los sitios y datos de colección, que correlaciona la información con el clima, la altitud de la distribución de las especies y el bioma, en la cual se desarrollaron características de los suelos en estado natural, con el fin de determinar los principales aspectos corológicos de cada una; 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 los rangos de distribución; revisión bibliográfica y consulta con productores sobre el conocimiento del uso de estas especies en las regiones del país; correlación de áreas de distribución con el conocimiento tradicional del uso mediante un árbol de decisión, como se puede observar a continuación:

Árbol de decisión para la correlación de las dos variables que componen el criterio

Número de especies	Uso de especies nativas	Aptitud
A1	A1	A1
	A3	A2
A2	A1	A1
	A3	A3
A3	A1	A2
	A3	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para establecer los rangos de clase de aptitud de la variable, se realizó una clasificación según la siguiente tabla:

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Número de especies presentes de importancia forrajera	Valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero en Colombia, basado en la distribución biogeográfica o en 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 forrajes 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	No aplica

FUENTES DE INFORMACIÓN

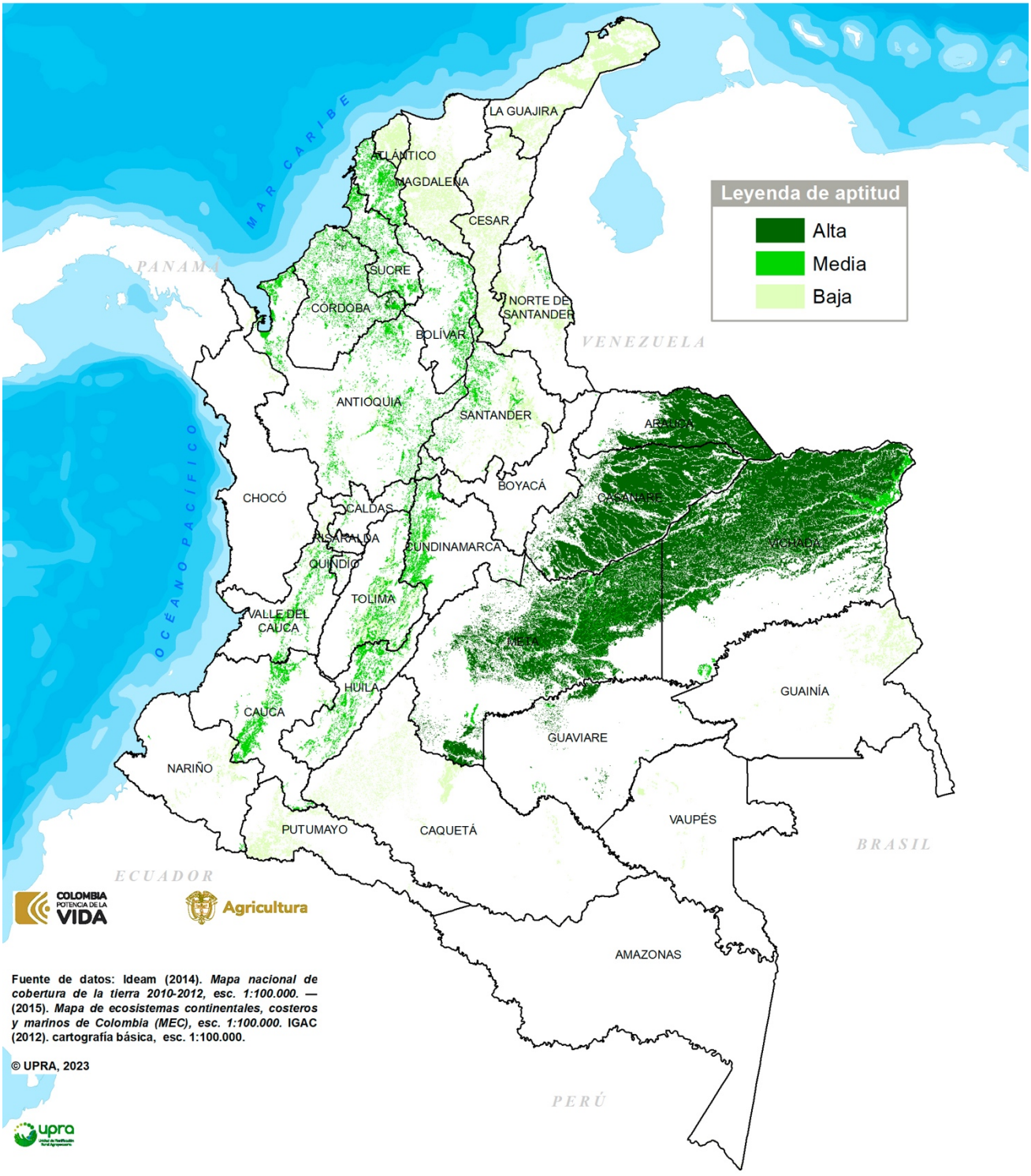
Giraldo, D.; Alonso, D. (2013). Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, (biblioteca José Jerónimo Triana; no.26) 384 pp: ilustraciones. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V & Galán, S. (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. *Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables*. Editorial CIPAV.

Universidad Nacional de Colombia. (2020). Herbario Nacional Colombiano (COL). Recuperdo de: http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra 2010-2012, esc. 1:100.000.* — (2015). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), esc. 1:100.000.* IGAC (2012). cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS

2.5.1. Variable *número de especies presentes de importancia forrajera*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS*		
VARIABLE: *número de especies presentes de importancia forrajera*	UNIDAD DE MEDIDA: valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero en Colombia basado en la distribución biogeográfica o en patrones corológicos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

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.

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.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

Esta variable no genera ningún tipo de exclusión (N1).

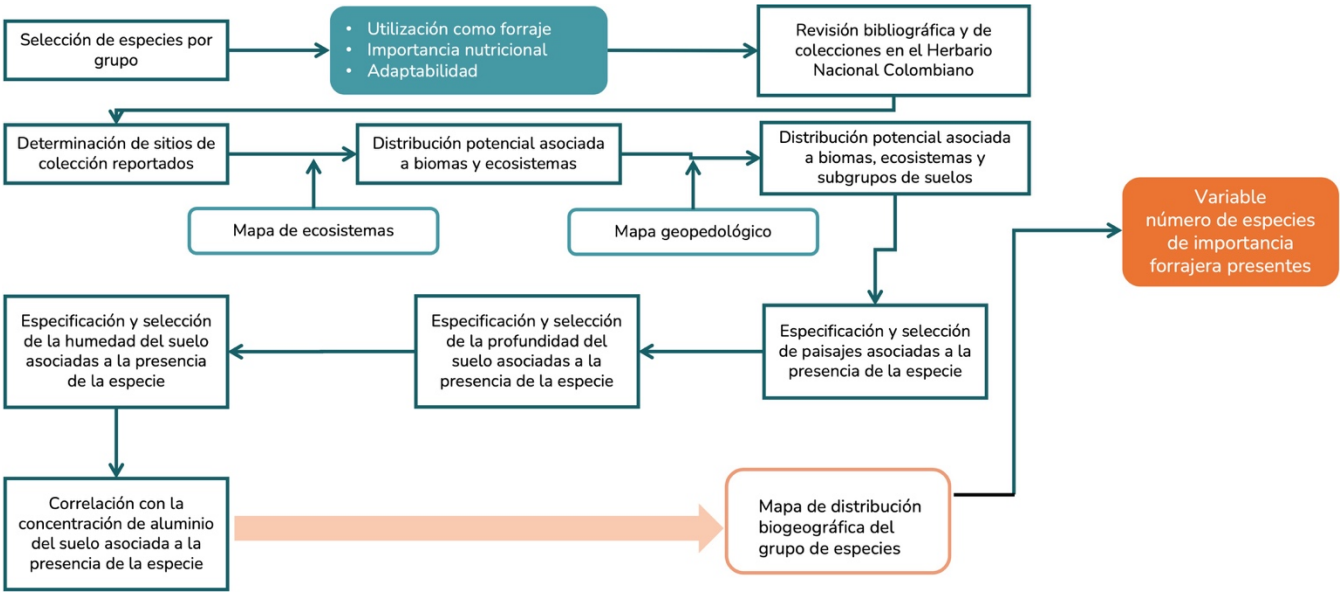
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante identificada está relacionada con la dificultad de georeferenciación 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 del herbario no posee datos de coordenadas, sino que está referida a sitios dentro de un municipio determinado.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

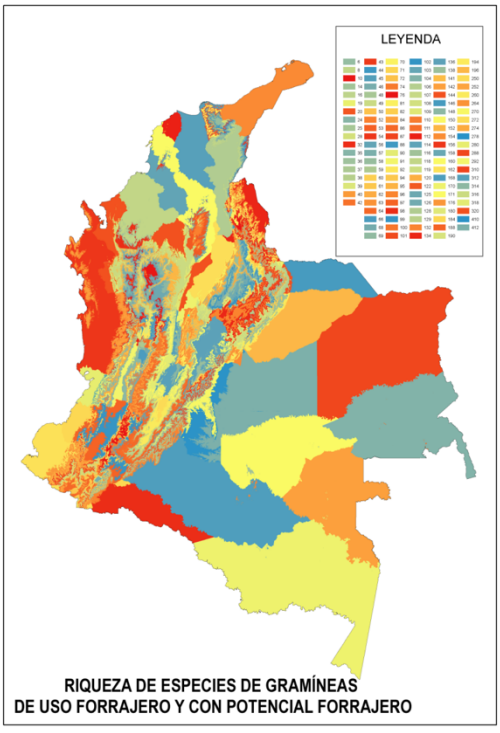
La metodología empleada para la evaluación de esta variable se observa en la siguiente figura:

Método para la evaluación de la variable

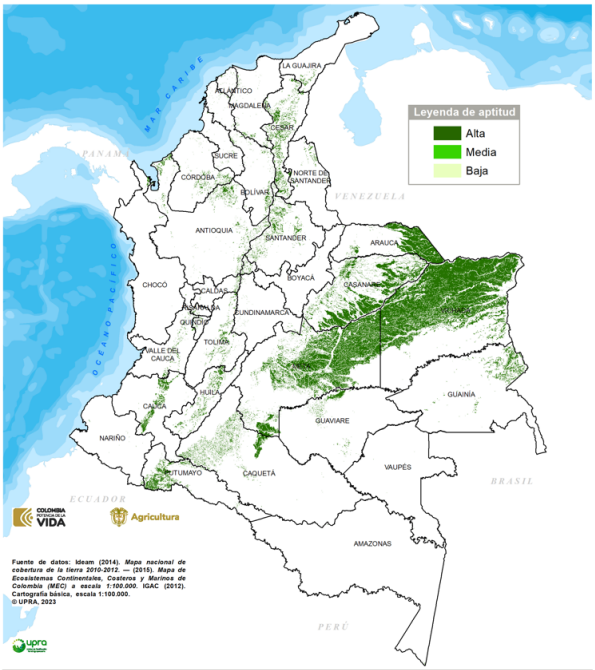


Para la construcción de la metodología se partió de una revisión de los ejemplares colectados en el Herbario Nacional Colombiano (COL) del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia (2020) y en la obra de referencia sobre gramíneas de Colombia desarrollada por Cañas en el 2013. De acuerdo con esta revisión, se realizó un análisis de los principales patrones de distribución de las 63 especies de gramíneas citadas para el país con uso forrajero, como se puede consultar en la siguiente figura:

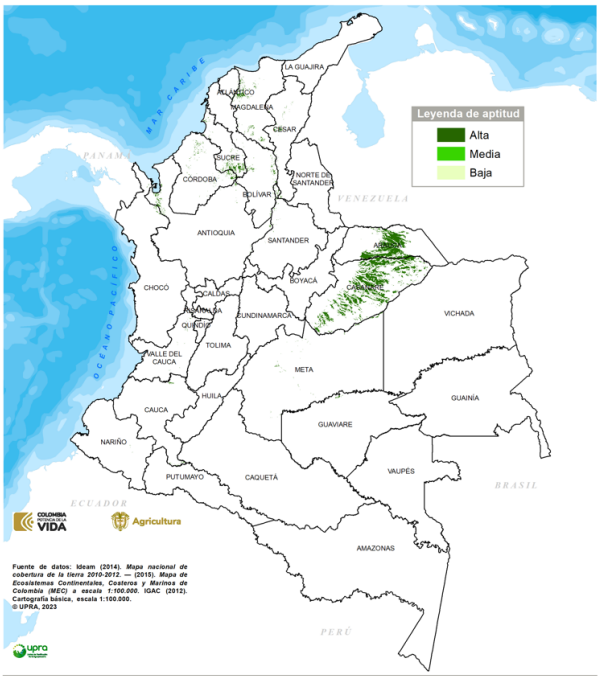
Riqueza de especies de gramíneas con potencial forrajero en Colombia



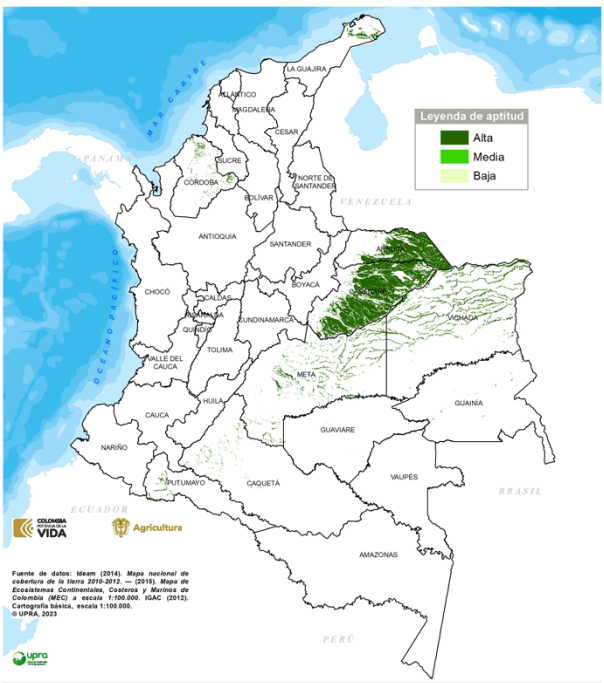
Una vez obtenido e primer mapa de distribución de estas especies mediante revisión de la literatura científica y por comunicación con productores pecuarios de diversas zonas del país, se realizó la selección de las especies más representativas, a seber: gramíneas nativas: pasto guaratara (*Axonopus purpusii*); pasto lambedora o lambe-lambe (*Leersia hexandra*); pasto gramalote (*Paspalum fasciatum*); grama nativa (*Axonopus compresus*); pasto maciega (*Paspalum virgatum*); pasto canutillo (*Andropogon lateralis*); gramínea introducida naturalizada: pasto colusuana (*Bothriochloa pertusa*) (ver siguientes figuras).



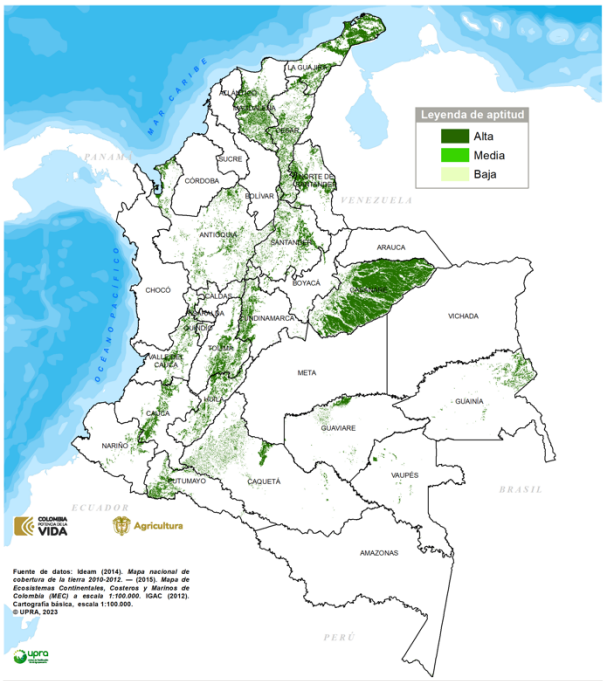
CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto guaratara



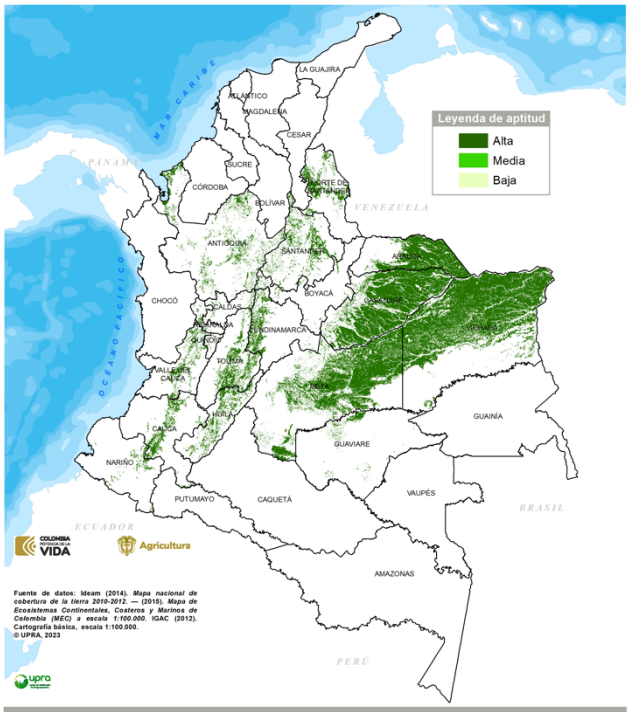
CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto lambedora



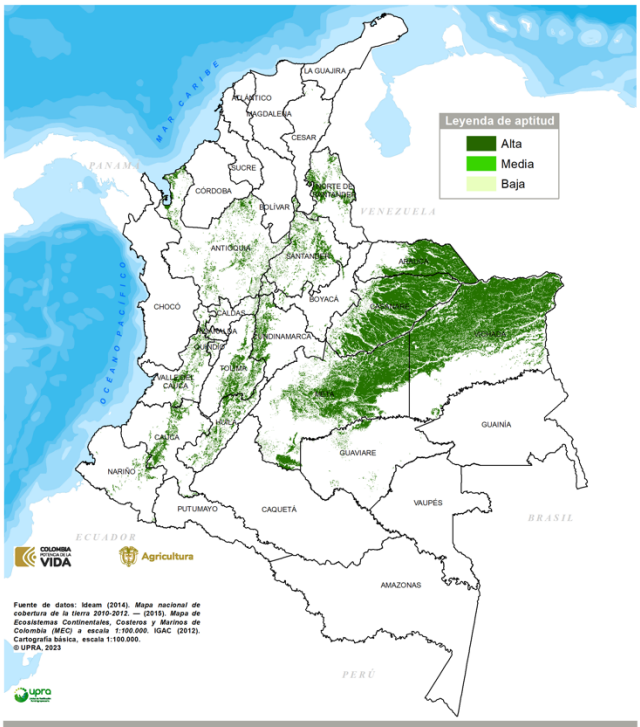
CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto gramalote



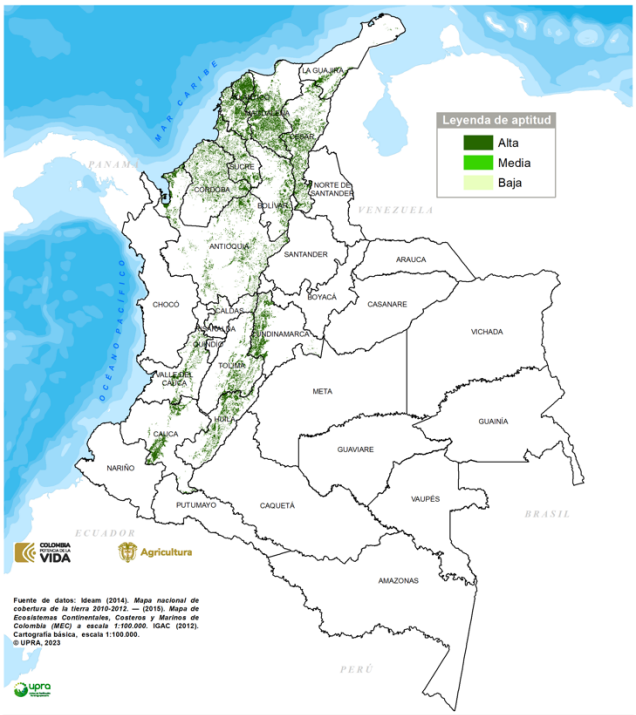
CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto grama nativa



CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto maciega

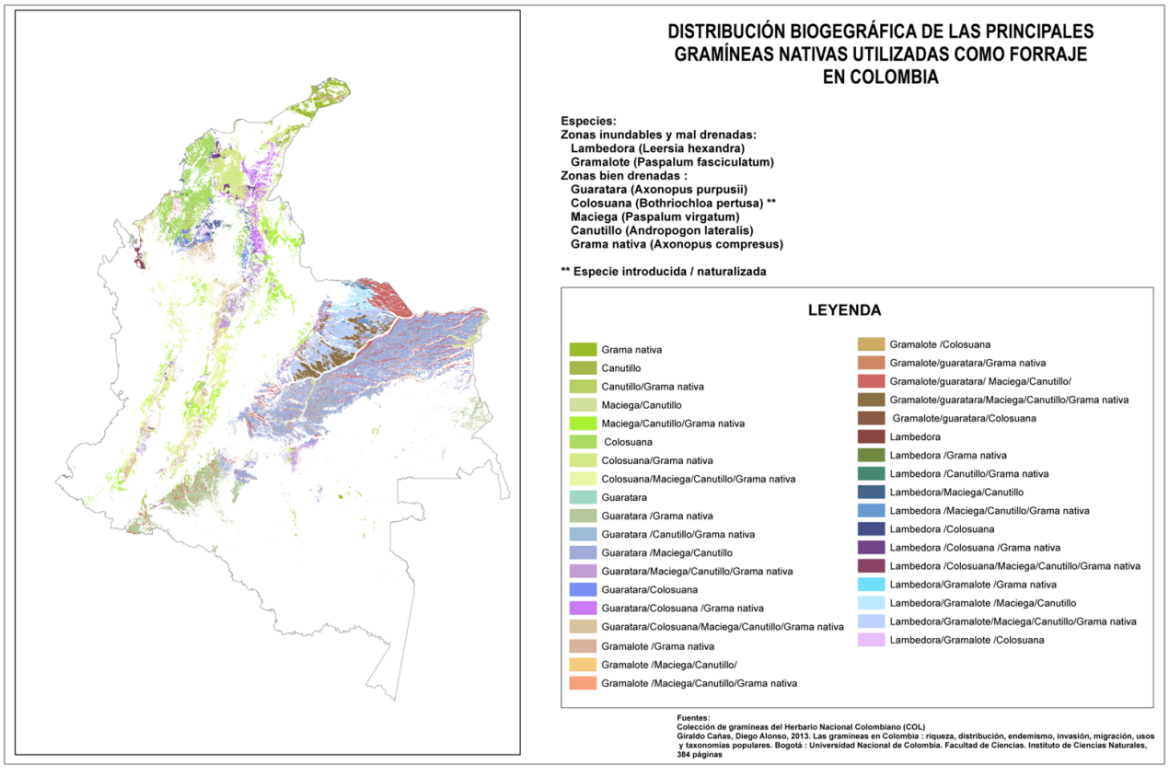


CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto canutillo



CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Subvariable distribución biogeográfica del pasto colosuana

Una vez seleccionadas las especies de mayor importancia mediante la revisión de literatura científica sobre los principales factores corológicos que inciden en su distribución (bioma: clima, altitud, tipo de suelos), se procedió a realizar para cada una de las especies el mapa de distribución, en relación con la cartografía existente del mapa de ecosistemas de Colombia (Ideam, 2015) y con la información de biomas, clima y geopedología, que contiene los puntos de colección una vez georeferenciados por aproximación al lugar reportado de colección. Posteriormente, se procedió a realizar una superposición: unión cartográfica de los mapas de distribución de las siete especies seleccionadas (ver figura siguiente) y 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 cita arriba.



Distribución biogeográfica de las principales especies nativas de gramíneas de uso forrajero

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos de aptitud varían de acuerdo con el 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 porun área determinada, como se expone a continuación:

Rangos de aptitud para la variable

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Número de especies presentes de importancia forrajera	Valores normalizados del número de especies con mayor potencial forrajero en Colombia basado en su distribución biogeográfica o en 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

UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas que comparten las especies de gramíneas con potencial forrajero.

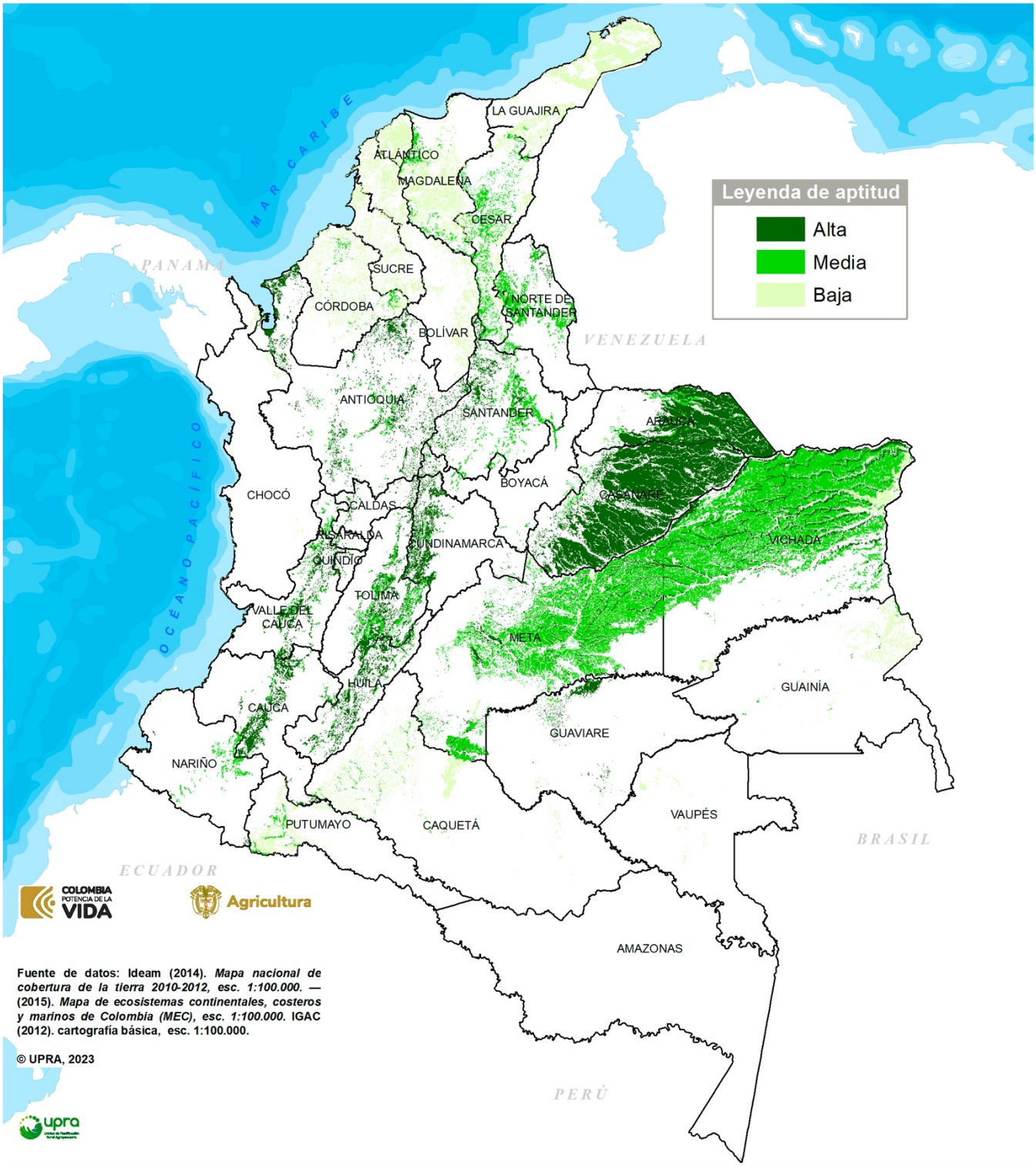
FUENTES DE INFORMACIÓN

Giraldo, D.; Alonso, D. (2013). Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, (biblioteca José Jerónimo Triana; no.26) 384 pp: ilustraciones. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, Sinchi e IIAP. (2015). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. 313 p. Bogotá: Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, Sinchi, IIAP.

Universidad Nacional de Colombia. (2020). Herbario Nacional Colombiano (COL). Recuperdo de: http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra 2010-2012, esc. 1:100.000.* — (2015). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), esc. 1:100.000.* IGAC (2012). cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS

Variable número de especies de importancia forrajera presentes

2.5.2. Variable *uso tradicional de los pastos nativos como forrajes*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS*		
VARIABLE: *uso tradicional de los pastos nativos como forrajes*	UNIDAD DE MEDIDA: categorías cualitativas de uso de especies nativas como forraje	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Identifica las zonas en las cuales se tiene conocimiento del uso de especies nativas como forrajes y que se usan frecuentemente en la alimentación del ganado ovino.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La variable denota la importancia cultural del uso de las especies nativas como potenciales alimentos de índole forrajera en sistemas de producción pecuaria, así como la disponibilidad existente para fomentar el uso como alternativa suplementaria a los pastos cultivados.

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 se fundamenta en la poca información sistematizada del uso tradicional de especies de gramíneas forrajeras nativas de Colombia.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable 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. Cañas (2013) identificó para Colombia cerca de 63 especies de pastos con este tipo de uso, mientras que Sossa et ál. (2017) y Galindo et ál. (2017) identificaron la importancia que tienen las pasturas nativas para el sostenimiento de la ganadería en las sabanas del Arauca. Por su parte, Peñuela et ál. (2014), Huertas (2014) y Ocampo y Peñuela (2014) analizaron la importancia de estas 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 la suministrada por productores de varios departamentos del país, se desarrolló el mapa de la variable.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
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 forrajes es conocido, pero es poco frecuente el uso en actividades pecuarias	Áreas en las cuales existen las gramíneas naturales con potencial forrajero, pero no se conoce su uso	No aplica

UNIDAD DE ANÁLISIS

Grado de conocimiento y uso de gramíneas nativas como forrajes para la producción pecuaria.

FUENTES DE INFORMACIÓN

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: Murgueitio, E; Galindo, A; Lopera J; Bothía, J; Sossa, C. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables. Editorial CIPAV:

Giraldo, D.; Alonso, D. (2013). Las gramíneas en Colombia: riqueza, distribución, endemismo, invasión, migración, usos y taxonomías populares. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, (biblioteca José Jerónimo Triana; no.26) 384 pp: ilustraciones. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

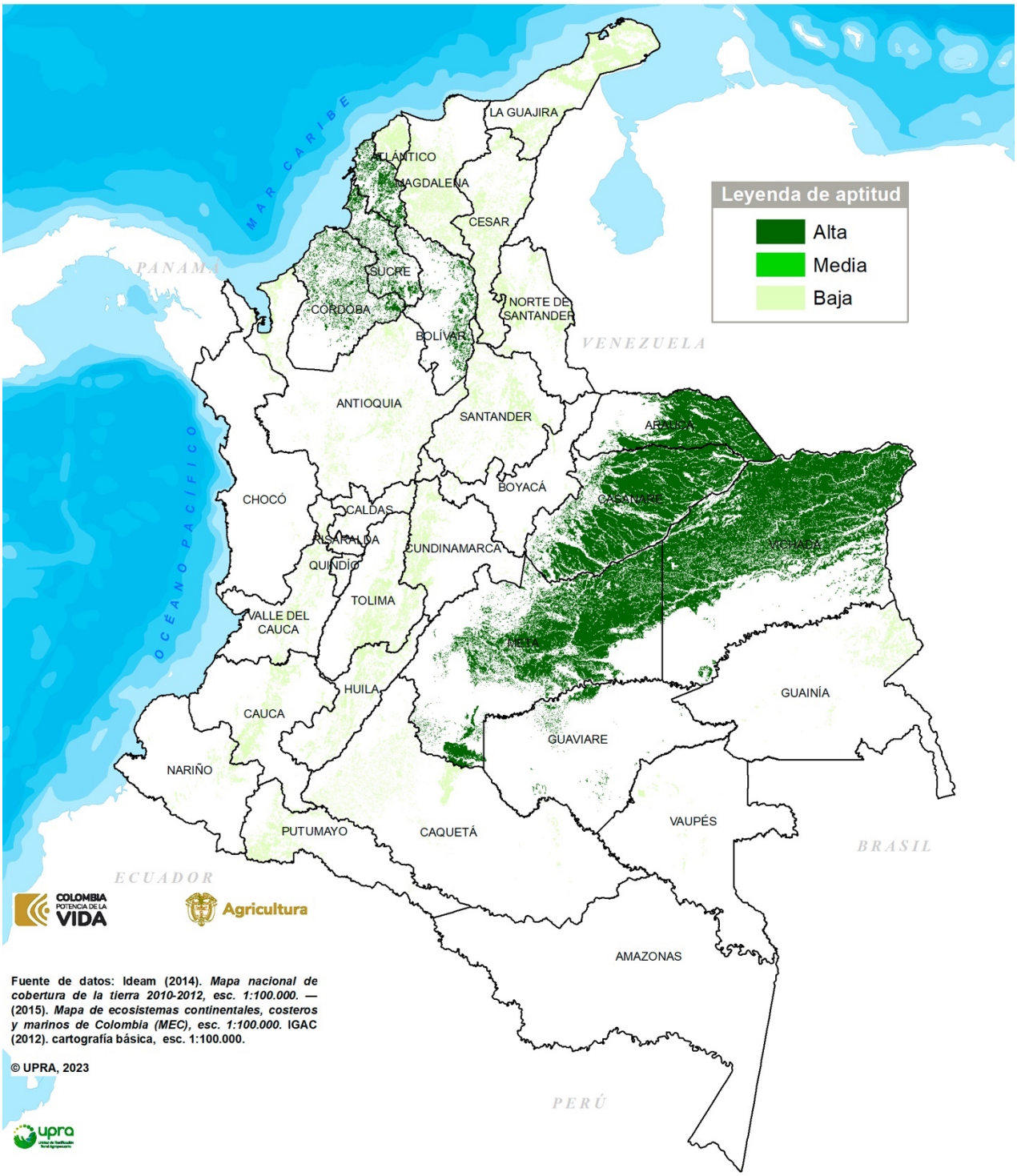
Huertas, H. (2014). Relación de complementariedad sabana inundable y ganadería. En: Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V & Galán, S. (Eds). Sabana inundable y ganadería opción productiva de conservación en la Orinoquia. Rednastur, WWF, TNC, y PNN

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 & Galán, S. (Eds). Sabana inundable y ganadería opción productiva de conservación en la Orinoquia. Rednastur, WWF, TNC, y PNN

Peñuela, L; Solano, C; Ardila, V & 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. Reconversión ganadera y sistemas silvopastoriles en sabanas inundables. Editorial CIPAV:

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO POTENCIAL FORRAJERO DE PASTOS NATIVOS Y NATURALIZADOS
Variable uso tradicional de los pastos nativos como forrajes

2.6. Criterio *integridad ecológica*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: *INTEGRIDAD ECOLÓGICA*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

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 biogegráfica (%).

Áreas de concentración de especies sensibles (ACES), expresada como adimensional. Requiere de asignación de pesos para integrar especies sencibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias.

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 de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo. Su análisis está 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 precaució; adoptar patrones de producción que salvaguarden la capacidad de regeneración de los ecosistemas, los derechos humanos y el bienestar de las comunidades; y 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 con respeto a 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 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 Minambiente”. Finalmente, el modelo parte de la premisa que la aptitud para el establecimiento de producción de carne ovina *(Ovis aries*) 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.

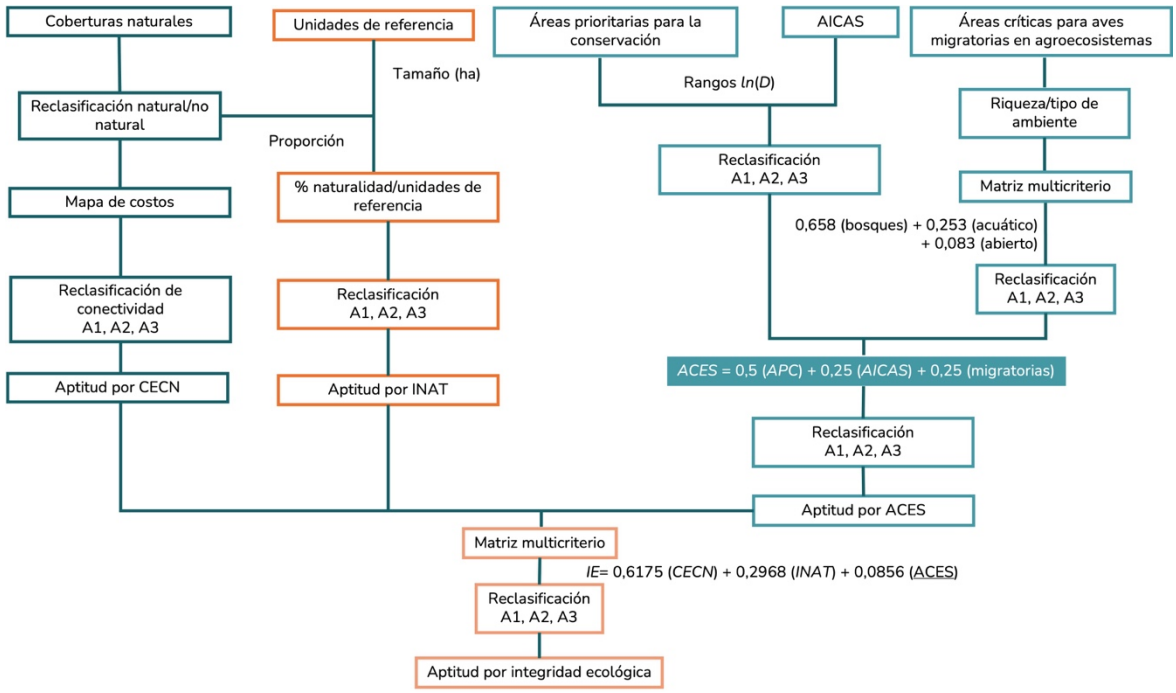
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

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 variables *conectividad estructural de las coberturas naturales* (CECN); *índice de naturalidad por subzona hidrigráfica (INAT)*; y *áreas de concentración de especies sensibles* (ACES) Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento independiente de cada una de las tres variables, como se describe a continuación:

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:

$$A_IE = \alpha A_CECN + \beta A_INAT + yA_ACES$$

donde 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 fueron

$\alpha = 0{,}6175$
$\beta = 0{,}2968$
$\gamma = 0{,}0856$

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, empleando los intervalos geométricos como método de agrupamiento del programa 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, los 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 sobre 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

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
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 biogegráfica (varía entre 0 y 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 2,27-3 * 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 1,6-2,27 * APC con alta presencia de especies sensibles * AICAS con densidad muy baja o baja de especies sensibles ($Ln(D)$ = de –0,085 a –4,189) * Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias	Zonas de Moderada, alta y muy alta densidad de especies <1,6 * APC con densidad muy alta asociada a coberturas naturales * AICAS con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles ($Ln(D)$ = de –4,189 a 1,670) * Áreas de importancia muy	No aplica

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
			1,34-1,51	alta para especies migratorias <1,34	

FUENTES DE INFORMACIÓN

Ciontescu, N. (2012). Instructivo metodológico para la evaluación de atributos e integridad ecológicos en áreas protegidas. ArcGIS-Fragstats. Bogotá: PNN.

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 pp. (135-148). Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16).

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.

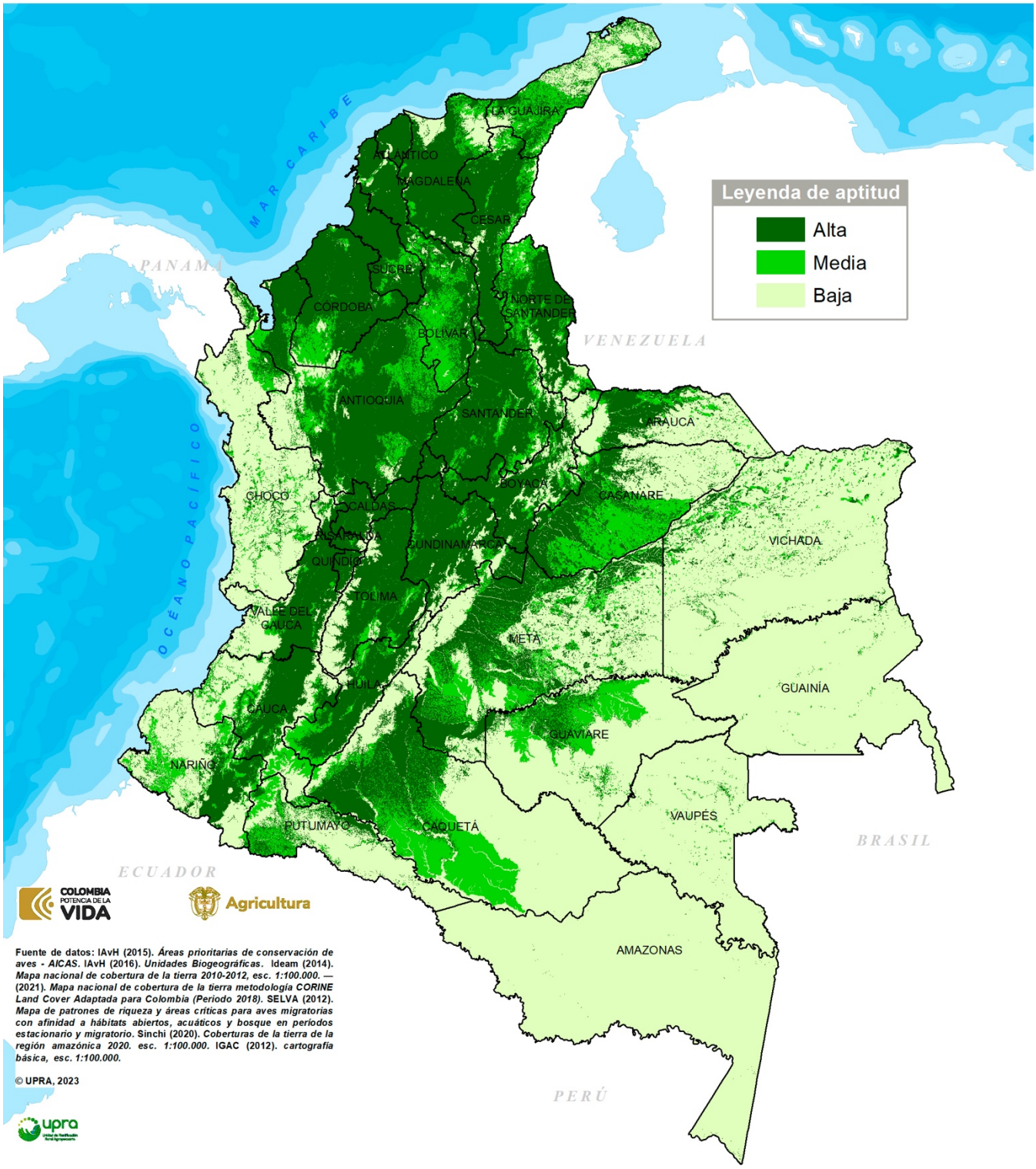
_. (2010). Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

_. (2021). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2018-2020, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

2.6.1. Variable *conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)*

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE</td></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)</td><td>PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (Ovis aries) EN PASTOREO</td></tr>
<tr><td colspan="3">COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO</td></tr>
<tr><td colspan="3">CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA</td></tr>
<tr><td colspan="2">VARIABLE: conectividad estructural de coberturas naturales (CECN)</td><td>UNIDAD DE MEDIDA: categoría de costo-distancia acumulada</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

Se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (McArthur & Wilson, 1967; Tischendorf & 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 tanto para el flujo de la biodiversidad como para 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 desempeñan 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 lo 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, se concluye que, para el presente estudio, en áreas con mayor conectividad de las coberturas naturales la aptitud para el establecimiento de producción de carne ovina en pastoreo es baja.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La importancia de la variable radica en que contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, los flujos y la información necesarios para el funcionamiento natural de la cual dependen los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema y el abastecimiento a procesos productivos. En todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural son indispensables para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad de la prestación de los servicios ecosistémicos, que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos. De este modo, 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. En términos de la aplicación en el presente estudio, en áreas con mayor conectividad de las coberturas naturales la aptitud para establecimiento de producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo es baja.

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 y 1, sin conectividad a lo altamente conectado. Se establece un rango de variación empleando los intervalos geométricos como método de agrupamiento del programa ArcGis.

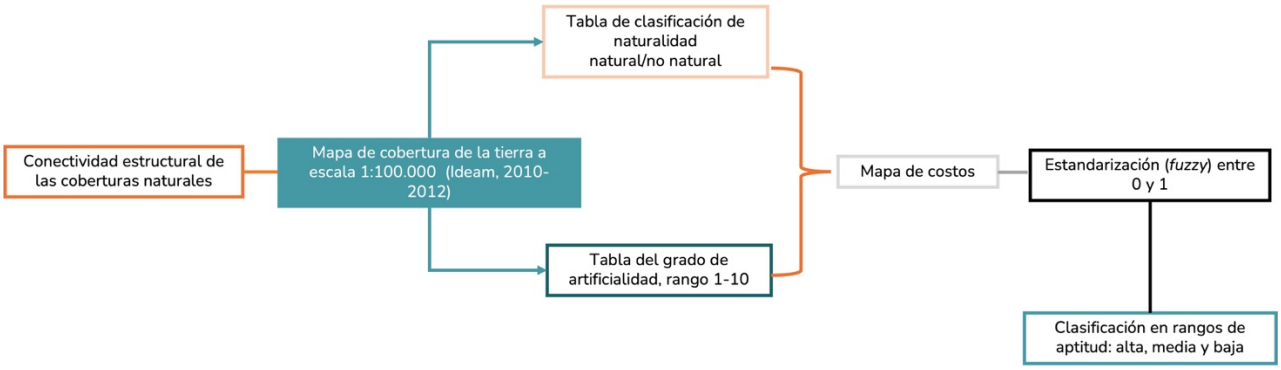
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Al basarse en la capa base oficial de coberturas de la tierra (2018) y la leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010a), la información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad en función de los cambios que se hayan producido desde el año 2018.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) permite otorgar 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 este análisis, se parte del mapa *Coberturas de la Tierra*, adaptada para Colombia (Ideam, 2010a). Adicionalmente, se identifican las coberturas no naturales y el grado de artificialidad, a partir de lo cual se definen los pesos de resistencia de paso y se determina el costo de desplazamiento de las especies con el uso de la herramienta *costes* del programa ArcGis (ver siguiente figura).

Esquema metodológico de la variable de conectividad estructural.



Para establecer las calificaciones de artificialidad en la tabla, se consideraron las áreas que representan un alto costo para la conectividad de las estructuras de las coberturas naturales como los territorios artificializados, cuya calificación fue de 10. De igual forma, la resistencia de las coberturas se calificó 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. En consecuencia, a las áreas con la misma cobertura existente o con un área de bosques o coberturas naturales en la que el costo sea menor le correspondió una calificación de 1. Por su parte, en las áreas con actividades agropecuarias, la calificación se dio respecto al impacto que puede tener el desarrollo de estas actividades en los procesos de conectividad, que puede variar entre 2 y 9. Finalmente, se consideraron las áreas húmedas y los cuerpos de agua con un costo moderado para la conectividad, ya que éstas permiten la relación de las distintas especies. Esta información se sintetiza en al siguiente tabla:

Calificación de costos para el criterio conectividad estructural

Calificación	
Artificialidad alta	10
Artificialidad media	9
Artificialidad baja	8
Semiartificial alto	7
Semiartificial medio	6
Semiartificial bajo	5
Sin artificialidad bajo	4
Sin artificialidad medio	3
Sin artificialidad alto	2
Natural	1

Una vez 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 de carne ovina en pastoreo. De forma general, la conectividad baja, para este ejercicio, tendrá aptitud alta (A1); la media, aptitud media (A2); y la alta conectividad tendrá menor aptitud o baja (A3). 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, como se muestra a continuación:

Calificación de la variable
conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

Conectividad (costo-distancia acumulada)	Aptitud
Conectividad baja >17.500	Alta (A1)
Conectividad media 0-17.500	Media (A2)
Conectividad alta 0	Baja (A3)
No aplica	No apta (N1)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Costo distancia acumulada.

FUENTES DE INFORMACIÓN

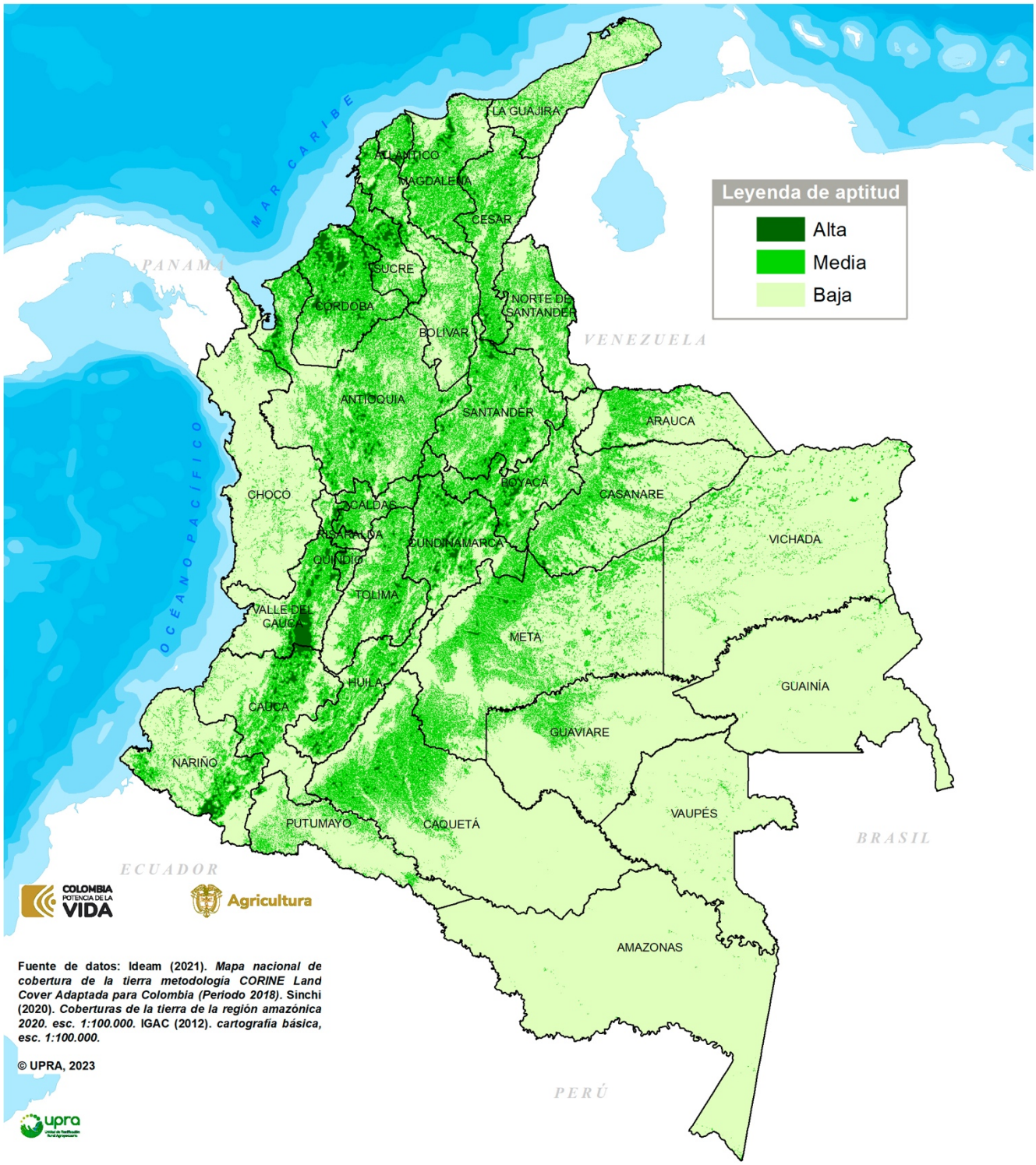
Correa A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. Revista Pérez – Arbelaezia 19: 115 – 139.

Ideam. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967). La teoría de la biogeografía de la isla. Princeton, New Jersey: Princeton.

Tischendorf, L. y Fahrig, L. (2000). How should we measure landscape connectivity? Landscape Ecology 15: 633-641.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Ideam (2021). *Mapa nacional de cobertura de la tierra metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia (Periodo 2018).* Sinchi (2020). *Coberturas de la tierra de la región amazónica 2020. esc. 1:100.000.* IGAC (2012). *cartografía básica, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2023

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

2.6.2. Variable *índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA*		
VARIABLE: *índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)*	UNIDAD DE MEDIDA: proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Se relaciona con las coberturas naturales en las que 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 las coberturas asociadas a procesos naturales, como coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas o superficies de recarga hídrica, en proporción al tamaño de la unidad biogeográfica. Así, cuanta más alta sea la naturalidad, tanta menor será la aptitud para el establecimiento de producción de carne ovina 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, puesto que 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 y el abastecimiento para 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 esta presencia de áreas naturales.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

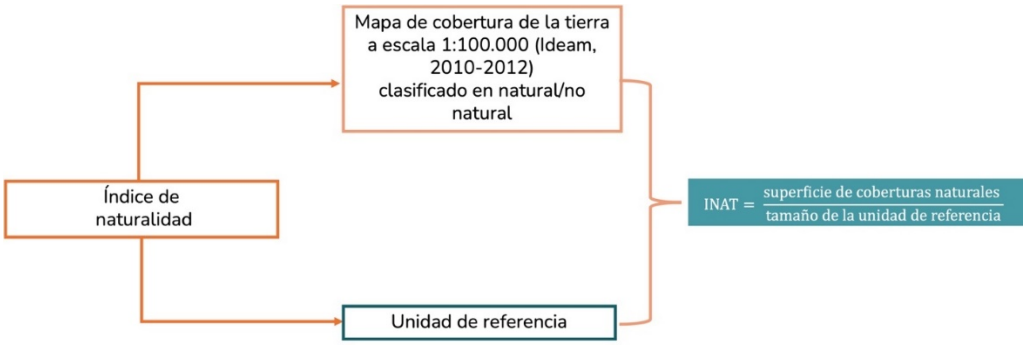
Al tener como base la capa oficial de *Coberturas de la Tierra 2018* y la respectiva leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), la información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, dados los cambios que se hayan producido desde el 2018.

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 a escala 1:100.000, elaborado por las entidades del SINA (Ideam, 2021). Para ello, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de unidades biogeográficas otorgado por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt en el año 2017, como se espone a continuación:

INAT = Superficie de coberturas naturales (ha)/tamaño de unidad biogeográfica (ha)

Esquema metodológico de la variable índice de naturalidad



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES 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 de carne ovina (*Ovis aries)* en pastoreo.

Calificación de la variable *índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT)* (adaptado de Márquez, 2003)

Descripción	Rango proporción de área de la unidad biogegráfica (%)	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)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje.

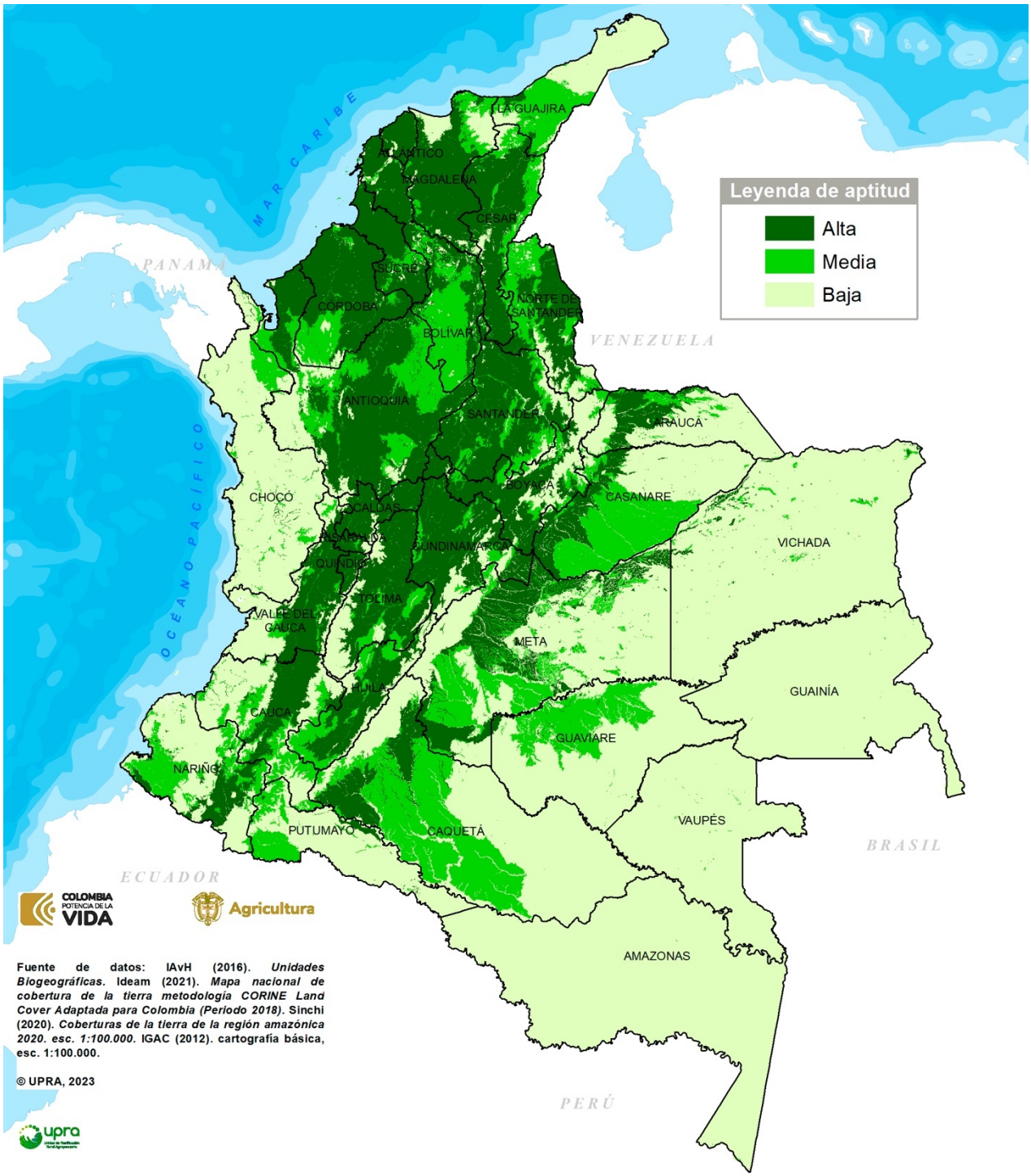
FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

_. (2014). Estudio Nacional del Agua – ENA. I: Bogotá: Ideam.

Márquez C., G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia.Recuperado de: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Variable índice de naturalidad (INAT)

2.6.3. Variable *áreas de concentración de especies sensibles (ACES)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INTEGRIDAD ECOLÓGICA*		
VARIABLE: *áreas de concentración de especies sensibles (ACES)*	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional, pues requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratoria	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Establece lugares donde hay 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). 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 y de distribuciones reducidas o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración.

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 o el control de plagas. Además, aportan al funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos a través de la integración de cadenas alimenticias, ciclos biogeoquímicos, entre otros. De esta forma, cuanta mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, tanta menor la aptitud para el establecimiento de producción de carne ovina en pastoreo, por lo que 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 carne ovina 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

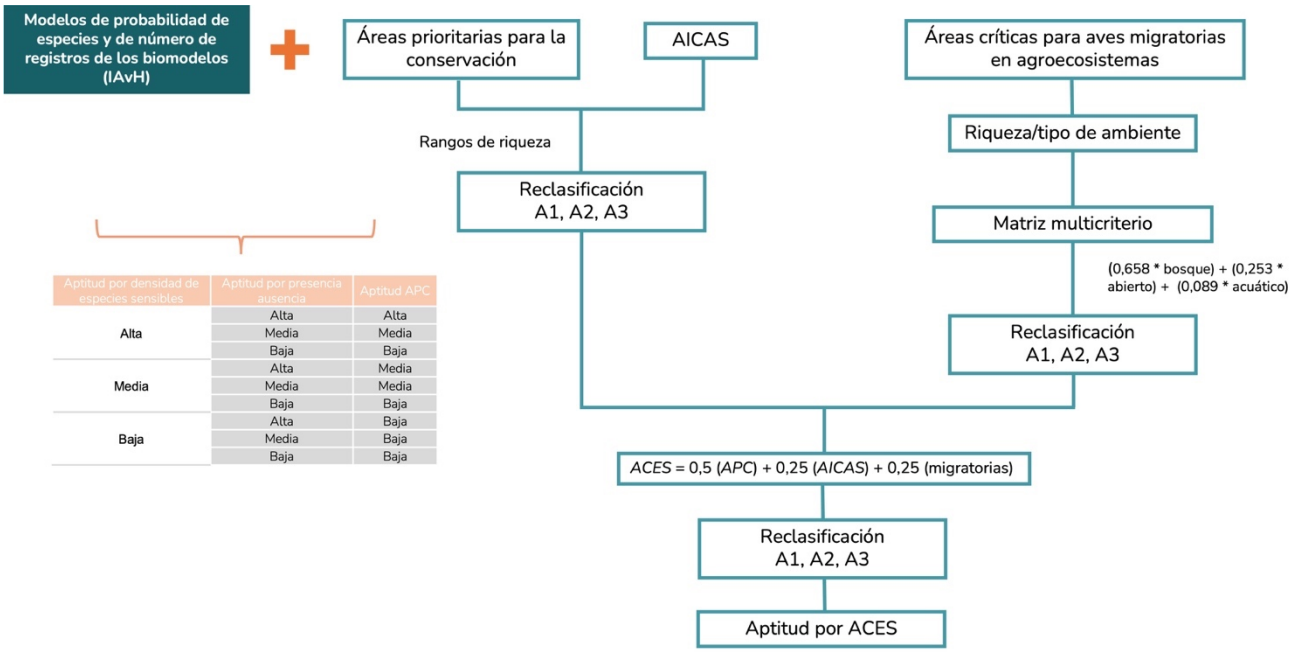
La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones, pero el enfoque está sobre la continuidad que debe prevalecer en el territorio en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y los servicios e cosistémicos asociados, como dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas o control biológico de plagas. De esta forma, cuanta mayor sea la concentración de especies sensibles, tanta menor es la aptitud para el establecimiento de producción de carne ovina (*Ovis aries*) 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 diseños diversos, para complementar el panorama nacional. Partiendo del supuesto según el cual todo el país tiene biodiversidad con valor de conservación, se destacan algunos lugares del territorio con este tipo de concentración. Por lo tanto, la variable supone una menor concentración en las áreas no mencionadas, pero puede corresponder en realidad a estudios no elaborados, por lo que se complementa en la medida en 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 (AICAS9; y riqueza potencial para aves migratorias en agroecosistemas. De tal manera, se empleó la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAvH-ANH, 2013; AICAS-IAvH, 2015) y a los 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 nuestro estudio, esta subvariable se mide a través de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado en APC no declaradas en el SINAP, para lo cual se toma de base la información generada por el nstituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en 2013 en el portafolio de APC a 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 en hectáreas. También se consideraron los datos de presenci/ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y del número de registros de los biomodelos del IAvH, listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas.

Para incorporar esta información, se toman los objetos de conservación (OC) de filtro fino y de filtro grueso del portafolio de APC, los cuales representan unidades de análisis para la conservación de elementos de la biodiversidad a nivel de especies o ecosistemas, respectivamente. Cuanto 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), tanta menor será la compatibilidad del territorio con el establecimiento de pasturas para la producción de ovinos. Para este análisis, se asignó a cada polígono de APC el valor de la densidad de la riqueza, teniendo en cuenta la riqueza por hectárea y el cálculo de 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, como se muestra a continuación:

Descripción	Aptitud por densidad de especies sensibles
Áreas sin identificación de APC ($Ln(D)$ < a –10,02)	Alta (A1)
APC con densidad muy baja de especies sensibles ($Ln(D)$ = de –10,02 a –5,72) APC con densidad baja de especies sensibles ($Ln(D)$ = de –5,71 a –2,77)	Media (A2)
APC con densidad moderada de especies sensibles ($Ln(D)$ = de –2,76 a –1,42) APC con densidad alta de especies sensibles ($Ln(D)$ = de –1,42 a –0,06) APC con densidad muy alta de especies sensibles ($Ln(D)$ = –0,05 a 6,42)	Baja (A3)
No aplica	No apta (N1)

Posteriormente, se utilizó tanto la capa de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia como 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*, en el que se deben incluir todos los biomodelos, los cuales se contabilizaron 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 a las especies presentes y 0, a las ausentes. Se asignó a cada unidad biogeográfica el valor de las especies amenazadas o endémicas que le correspondió. Posteriormente, se unieron estas dos tablas en el campo *unidad biogeográfica* del programa ArcGis 10.3, de lo cual se obtuvo una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad. Luego, se realizó una clasificación de los valores obtenidos y se reclasificaron 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:

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 efectuó una comparación con las áreas naturales: las que contenían áreas naturales, se calificaron con aptitud baja (A3), es decir: todas las áreas naturales se mantuvieron con aptitud baja y los APC se clasificaron en aptitud media (A2) y alta (A1),en las zonas donde no existen coberturas naturales. Los rangos de aptitud finales para APC se relacionan en la siguiente tabla:

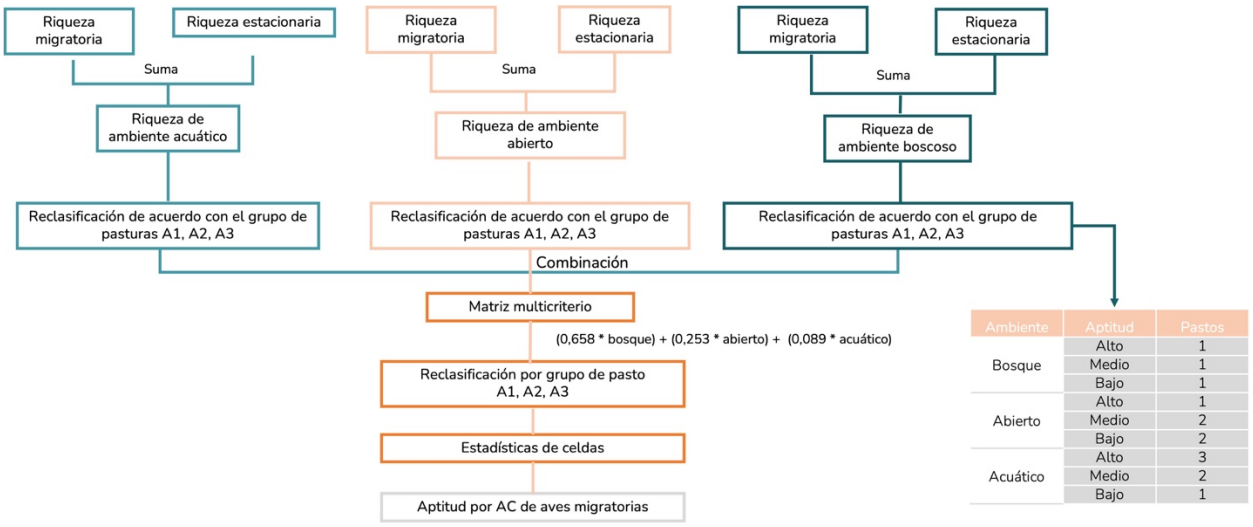
Descripción	Aptitud
Baja presencia de APC y especies sensibles	Alta (A1)
Alta presencia de APC y especies sensibles	Media (A2)
Áreas asociadas a coberturas naturales, en las cuales se asume una muy alta densidad de especies	Baja (A3)

Áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (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) en formato *shape* y documental. Luego, se ajustó la riqueza de la capa AICAS (IAvH, 2015), de acuerdo con la información publicada en la página BirdLife International, a partir de las categorías de especies vulnerables y amenazadas de cada AICA. De la base de datos de especies se excluyeron las que no tenían información georreferenciada y las especies duplicadas; posteriormente, para cada AICA se definió el número de especies por categoría de amenaza a nivel nacional. Se definieron rangos de riqueza con la aplicación de 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 dividió por el área del AICA en kilómetros

cuadrados. Finalmente, para la reclasificación se calculó el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinaron los rangos para su reclasificación, como se muestra a continuación:

Descripción	Rango (ln D)	Aptitud
Áreas sin identificación de AICAS	< –0,085	Alta (A1)
AICAS muy bajas de especies sensibles AICAS bajas de especies sensibles	De –0,085 a –6,137 De –6,137 a –4,189	Media (A2)
AICAS moderadas de especies sensibles AICAS altas de especies sensibles AICAS muy altas de especies sensibles	De –4,189 a –2,241 De –2,241 a –0,293 De –0,293 a 1,67	Baja (A3)

Áreas críticas (AC) para aves migratorias en paisajes agropecuarios. A partir de la información generada 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*, en el cual 1 es la menor presencia y 3, la mayor, luego de lo cual se reclasificaron y combinaron los tres hábitats. La reclasificación se realizó teniendo en cuenta la implementación de pasturas para la producción de ganadería ovina y su afectación en la aptitud de la riqueza. La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque en los periodos migratorio y estacionario, alo que se sumaron estas dos capas para identificar las áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio:



La consolidación de los diferentes ambientes se realizó mediante matrices multicriterio, las cuales permiten determinar el porcentaje de participación de cada uno, como se describe en la siguiente ecuación:

$$Riqueza\ de\ especies\ migratorias = (0{,}658 * bosque) + (0{,}253 * abierto) + (0{,}089 * acuático).$$

Los valores de la riqueza se reclasificaron mediante la aplicación de la herramienta *intervalos geométricos* de ArcGis para asignar categorías de aptitud, cuyo resultado se muestra a continuación:

Rango	Aptitud
>1,51	A1
1,34-1,51	A2
<1,34	A3

Se integró toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad para evitar redundancias a través de matrices multicriterio, de los que se obtuvieron los siguientes pesos:

$$ACES = 0{,}5\ (APC) + 0{,}25\ (AICAS) + 0{,}25\ (AC)$$

La definición de aptitud se realizó a través de intervalos geométricos, como se puede observar en la siguiente tabla:

Rango	Aptitud
2,27-3,0	A1
1,6-2,27	A2
<1,6	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos de atitud para las ACES:

Rango	Aptitud
2,27-3,0	A1
1,6-2,27	A2
<1,6	A3

UNIDAD DE ANÁLISIS

Adimensional.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Franco, A. Devenish, C., Barrero, M. C. & Romero, M. H. (2009). Colombia. En: Devenish, C.; Díaz Fernández, D; Clay, R.; Davidson I. & Yépez Zabala I. (Eds). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. (pp 135 –148). Quito, BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 16).

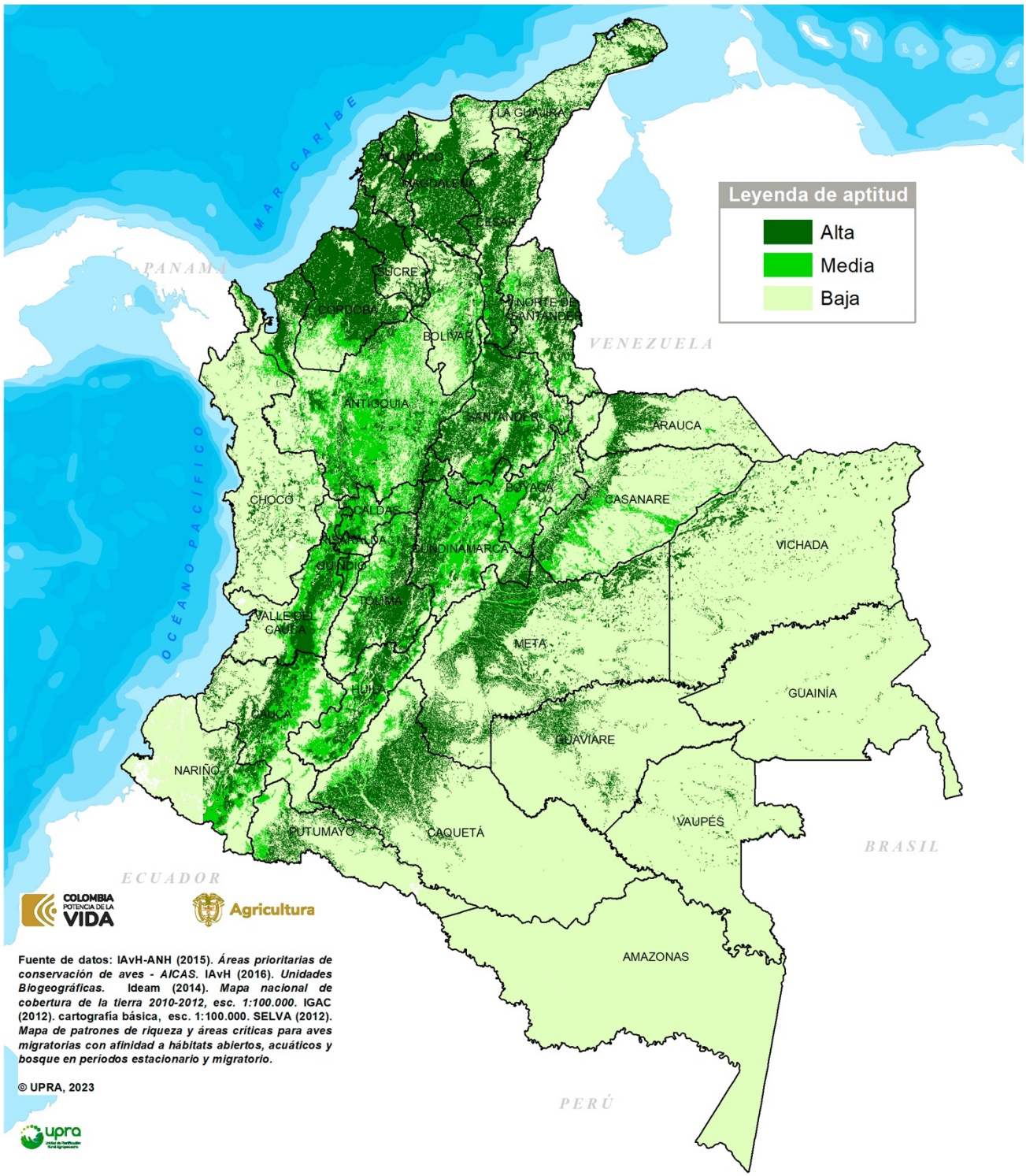
García - Márquez, J. R.; Moreno I. y Sacharow O. (2012). Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia. Informe final del Convenio 044 del 2012 entre SELVAy UPRA.

IAVH – Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (2010). Áreas prioritarias para la conservación. Escala 1:250.000

IAVH. (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 de Colombia. Convenio No. 044 del 2012 entre SELVAy- UPRA. Bogotá.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA
Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

2.7. Criterio *cambio de cobertura*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 de carne ovina (*Ovis aries*) 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 tanto la vegetación como los elementos antrópicos existentes. 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. Entonces, el 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 a diferentes escalas espaciotemporales 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 incide en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación y los flujos de materia y energía en los ecosistemas, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el ciclo hidrológico (Lambin & Geist, 2006; Di Gregorio, 2005). En pocas palabras: las coberturas son el resultado de la asociación espaciotemporal de elementos naturales y sociales característicos.

Este criterio determina la aptitud del territorio al cambio de cobertura existente asociado a la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo y define la favorabilidad o no del cambio de la cobertura en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo los principios de grado de antropización y transformación de las coberturas; importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura de acuerdo con sus características; e }ilmportancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar la favorabilidad para establecer producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo bajo una visión integral del territorio. De esta forma, es posible calificar la cobertura de acuerdo con el contexto ecológico y productivo, pues identifica 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: 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 ál., 2009).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Las exclusiones técnicas del criterio *cambio de cobertura* fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

Coberturas que no hacen parte de la frontera agrícola nacional. Se tomó como primer referente de exclusión todas las coberturas que no fueran parte de la frontera agrícola (Resolución 261 de 2018, MADR), las cuales se relacionan a continuación:

1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo
1.2.1.1. Zonas industriales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo
1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.1. Aeropuerto con 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. Bosque abierto	3.3.1.1. Playas

1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.3. Campos de dunas
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.3. Bosque fragmentado	3.3.5.2 Zonas nivales
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.1. Zonas pantanosas
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.2. Turberas
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	4.2.1. Pantanos costeros
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	4.2.2. Salitral
1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.1.2.3. Arracachal	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2. Herbazal abierto	5.1.4.2. Lagunas de oxidación
3.1.1.1. Bosque denso alto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	5.2.2. Mares y océanos
	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	5.2.2.2 Fondos coralinos someros

Coberturas incompatibles con el TUT. Además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen coberturas y biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles, como se observa a continuación:

Coberturas
5.1.1. Ríos (50 m)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental

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 las áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), lo cual generó una 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 de efecto 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.

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. Ésta 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, lo cual facilita los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres (Ideam, 2010). Para la construcción de este criterio también se hizo uso de la información referente a biomas desarrollada en el *Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia* (Ideam et ál., 2015), a través de cuyo se calificó la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan, como se observa en el esquema metodológico.

Los análisis a de ambas fuentes se realizadoron a escala 1:100.000. El procesamiento incluye una unión de los insumos cartográficos nombrados con anteroridad, 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, a saber: *agrupaciones I y II* (pastos de clima frío y templado); *agrupaciones III, IV y VI* (pastos de clima cálido); y *agrupaciones V, VII y VIII* (pastos de clima cálido y adaptados a las áreas inundables). Posteriormente, se tomaron las unidades de cobertura-bioma y se calificaron. La evaluación tomó en cuenta el tipo de bioma, en donde se localizó 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, como sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica, hacían favorable o no el establecimiento de ganadería. Este ejercicio se desarrolló para cada una de las agrupaciones de pastos que fueron consideradas, tal como se describe a continuación.

Agrupaciones I y II. Para estas agrupaciones se determinó que sólo serían calificadas con aptitudes (A1, A2, A3 o N1) las coberturas que se localizaran en el orobioma alto de Santa Marta; el orobioma medio de Santa Marta; los orobiomas altos de los Andes; y los orobiomas medios de los Andes. Las coberturas localizadas fuera de estos biomas no fueron calificadas. La calificación de

las unidades de cobertura-bioma se muestra en las siguientes tablas:

Aptitud alta (A1)										
Bioma	Caña de azúcar	Oleaginosas y leguminosas	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Pastos limpios	Zonas quemadas	Algodón	Mosaico de pastos y cultivos	Arroz	Caña
Orobioma alto de Santa Marta	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Orobioma medio de Santa Marta	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Orobiomas altos de los Andes	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Orobiomas medios de los Andes	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1

Aptitud media (A2)				
Bioma	Mosaico de pastos con espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Café	Banano y plátano
Orobioma alto de Santa Marta	A2	A2	A2	A2
Orobioma medio de Santa Marta	A2	A2	A2	A2
Orobiomas altos de los Andes	A2	A2	A2	A2
Orobiomas medios de los Andes	A2	A2	A2	A2

Aptitud baja (A3)

Bioma	Caña panelera	Cebolla	Cultivos agroforestales	Cultivos permanentes arbóreos/arbustivos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Hortalizas	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Plantación forestal	Otros cultivos permanentes arbóreos/arbustivos	Cultivos transitorios	Herbazal denso de tierra firme
Orobioma alto de Santa Marta	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobioma medio de Santa Marta	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobiomas altos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3

Adicionalmente, todos los pastos y herbazales asociados al halobioma del Caribe, al zonobioma del desierto tropical de La Guajira-Santa Marta y los herbazales asociados a otros biomas se calificaron con aptitud baja (A3).

Agrupaciones III, IV y VI. Para estas agrupaciones, se determinó que sólo serían calificadas con aptitud (A1, A2, A3 o N1) las coberturas que se localizaran en los siguientes biomas:

- Halobioma del Caribe
- Halobiomas del Pacífico
- Helobioma de La Guajira
- Helobiomas andinos
- Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia
- Helobiomas del Magdalena y Caribe
- Helobiomas del Pacífico y Atrato
- Helobiomas del río Zulia
- Helobiomas del Valle del Cauca
- Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia
- Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira
- Orobioma de La Macarena
- Orobioma de San Lucas
- Orobioma del Baudó y Darién
- Orobioma medio de Santa Marta
- Orobiomas altos de los Andes
- Orobiomas azonales de Cúcuta
- Orobiomas azonales del Río Sogamoso
- Orobiomas azonales del Valle del Patía
- Orobiomas azonales río Dagua
- Orobiomas bajos de los Andes
- Orobiomas medios de los Andes
- Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia
- Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
- Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
- Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
- Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia
- Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
- Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
- Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
- Zonobioma seco tropical del Caribe

Para esta agrupación no fueron calificadas las coberturas localizadas en el orobioma alto de Santa Marta; el orobioma medio de Santa Marta; y los orobiomas altos y medios de los Andes. La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestra en la siguiente tabla:

Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)
Caña de azúcar	Café	Cacao
Oleaginosas y leguminosas	Mosaico de cultivos	Caña panelera
Palma de aceite	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Cereales
Pastos arbolados	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Cultivos agroforestales
Pastos enmalezados	Mosaico de pastos con espacios naturales	Cultivos permanentes arbóreos/arbustivos/herbáceos
Pastos limpios	Plátano y banano	Mango
Zonas quemadas	—	Otros cultivos permanentes arbóreos/arbustivos/herbáceos
Algodón	—	Otros cultivos transitorios
Mosaico de pastos y cultivos	—	Papa
Arroz	—	Herbazal denso de tierra firme
Caña	—	Herbazal denso de tierra firme no arbolado
—	—	Plantación forestal

Adicionalmente, los pastos y herbazales asociados a los biomas halobioma del caribe y zonobioma del desierto tropical de la Guajira-Santa Marta se calificaron en aptitud baja (A3); todos los demás herbazales de tierra firme e inundables se calificaron con aptitud baja (A3).

Agrupaciones V, VII y VIII. Para estas agrupaciones, se determinó que sólo serían calificadas con aptitud (A1, A2, A3 o N1) las coberturas que se localizaran en los siguientes biomas:

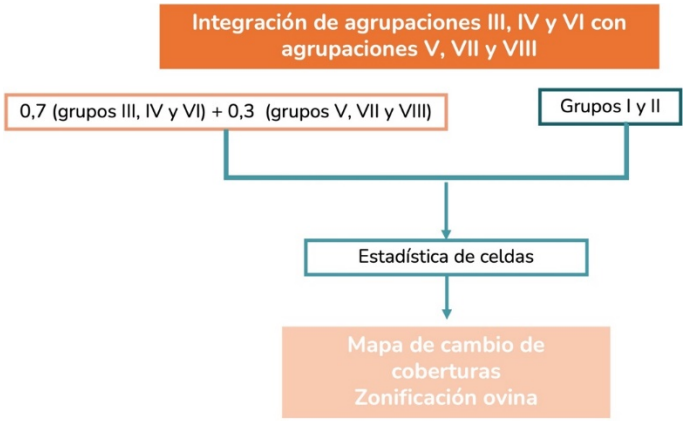
- Halobioma del Caribe
- Halobiomas del Pacífico
- Helobioma de La Guajira
- Helobiomas andinos
- Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia
- Helobiomas del Magdalena y Caribe
- Helobiomas del Pacífico y Atrato
- Helobiomas del río Zulia
- Helobiomas del Valle del Cauca
- Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia
- Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira
- Orobioma de La Macarena
- Orobioma de San Lucas
- Orobioma del Baudó y Darién
- Orobioma medio de Santa Marta
- Orobiomas altos de los Andes
- Orobiomas azonales de Cúcuta
- Orobiomas azonales del río Sogamoso
- Orobiomas azonales del Valle del Patía
- Orobiomas azonales río Dagua
- Orobiomas bajos de los Andes
- Orobiomas medios de los Andes
- Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia
- Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena
- Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca
- Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta
- Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia
- Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo
- Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe
- Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato
- Zonobioma seco tropical del Caribe

Para esta agrupación, no fueron calificadas las coberturas localizadas en el orobioma alto de Santa Marta; el orobioma medio de Santa Marta; y los orobiomas altos y medios de los Andes. La calificación de las unidades de cobertura-bioma se muestran en la siguiente tabla:

Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)
Caña de azúcar	Café	Cacao
Palma de aceite	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos con espacios naturales
Pastos arbolados	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Caña panelera
Pastos enmalezados	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Cereales
Pastos limpios	Plátano y banano	Cultivos agroforestales
Zonas quemadas	—	Cultivos permanentes arbóreos/arbustivos/herbáceos
Algodón	—	Herbazal denso de tierra firme
Pastos arbolados	—	Herbazal denso de tierra firme no arbolado
Pastos enmalezados	—	Mango
Pastos limpios	—	Mosaico de cultivos

Oleaginosas y leguminosas	—	Otros cultivos permanentes arbóreos
Arroz	—	Otros cultivos permanentes arbustivos/herbáceos/transitorios
Caña	—	Papa
—	—	Plantación forestal

Adicionalmente, los pastos y herbazales asociados a los biomas halobioma del caribe; zonobioma del desierto tropical de La Guajira-Santa Marta; y todos los demás herbazales de tierra firme e inundables se calificaron con aptitud baja (A3). 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 la siguiente relación: 0,7 (*Grupos III, IV y VI*) + 0,3 (*Grupos V, VII y VIII*). Posteriormente, se integraron los grupos 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 se muestra en la siguiente figura:



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se realizó una calificación para cada uno de los grupos de pastos, cuyos criterios de calificación empleados se describen a continuación:

Descripción de los tipos de aptitud para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, donde predominan las áreas de pastos limpios, enmalezados, arbolados y cultivos dedicados a la producción industrial, como caña, algodón, palma y zonas quemadas (adaptado de Ideam et ál., 2010). Las zonas con aptotud A1 corresponden a las 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 de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, donde predominan mosaicos de cultivos, mosaicos de pastos con espacios naturales, mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, café, plátano y banano. Una zona con aptitud A2 cumple con las condiciones necesarias para el desarrollo de la actividad ganadera. No obstante, las condiciones de favorabilidad son menores a las de una zona de aptitud A1, ya que un cambio de cobertura puede afectar la producción de alimentos básicos y generar un impacto moderado sobres sus condiciones naturales.	Media (A2)
Zonas con favorabilidad baja para la producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes arbóreos, arbustivos o herbáceos, dedicados a la producción de alimentos humanos. También agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para la actividad ganadera, como 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 que poseen características ambientales relevantes, por lo que 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 producción de carne ovina (*Ovis aries*) en pastoreo, que se relacionan, principalmente, con las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, las superficies de agua y los territorios artificializados. La categoría de aptitud N1 identifica las áreas que, por sus características naturales, deben ser protegidas, de modo que deben mantener su cobertura actual y 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)

FUENTES DE INFORMACIÓN

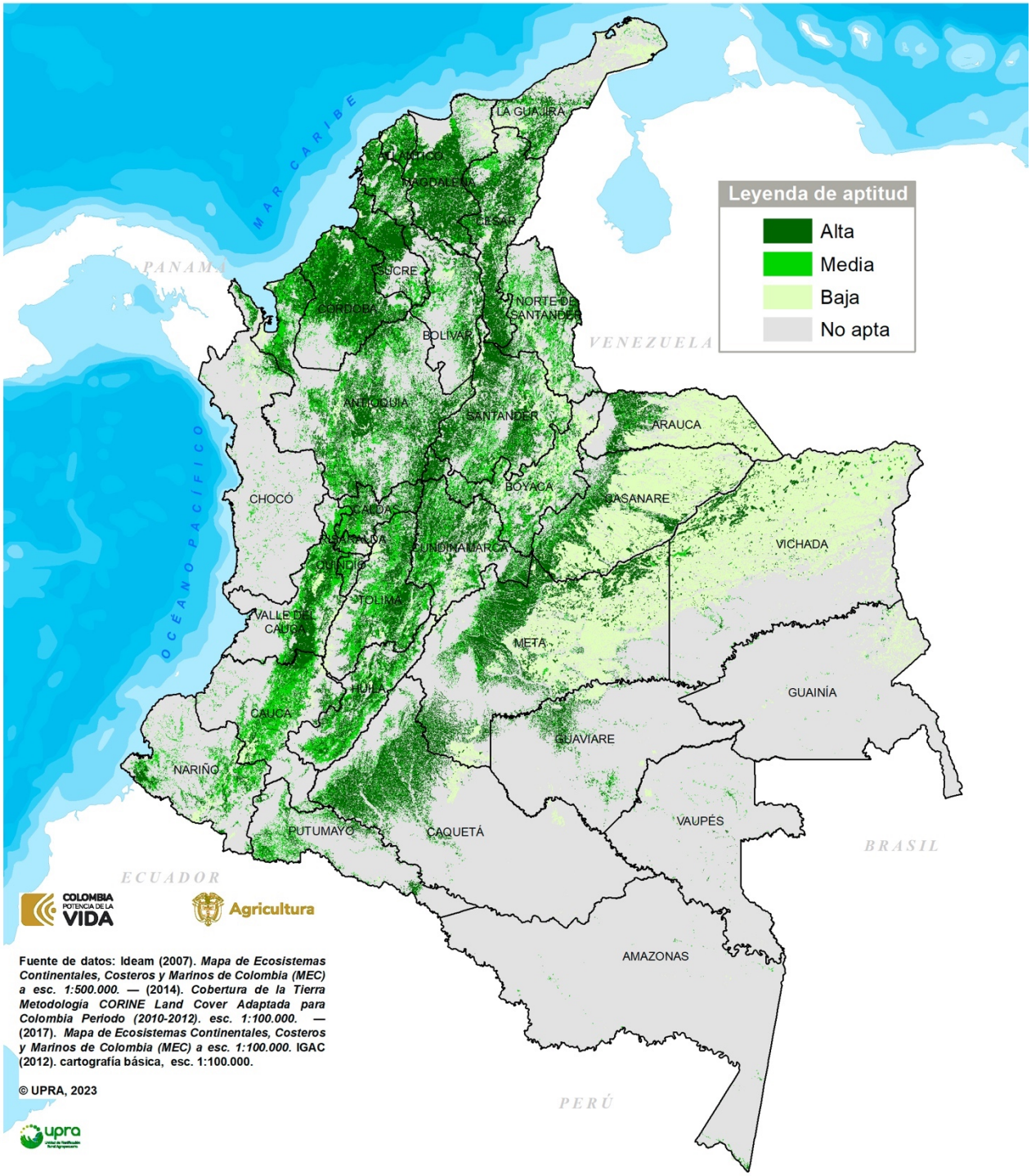
Di Gregorio, A. (2005). Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra – Conceptos de Clasificación y manual para el usuario. Roma, Italia: Food and Agriculture Organizations of the United Nations.

Ideam. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

Ideam, IGAC, IAvH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2015). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.. Bogotá; Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP.

Lambin, E. & Gesit, H. (2006). Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts. Berlin. Springer-Verlag

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA

2.8. Criterio *variación del contenido estimado de carbono*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Balance de carbono estimado, expresado como toneladas de dióxido de carbono equivalente (t/CO_2 eq).

DEFINICIÓN

Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y el carbono estimado proveniente de las emisiones generadas por la ganadería ovina. Permite determinar la sostenibilidad ambiental asociada a este servicio ecosistémico (UPRA, 2016). En general, este criterio identifica las áreas con mayores niveles de dióxido de carbono equivalente proveniente de la actividad de ganadería ovina.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite discriminar las áreas de mayor concentración de carbono generado por la ganadería ovina y proporciona elementos de juicio para definir las áreas cuyo desarrollo de esta actividad agropecuaria no intensifique considerablemente las emisiones de carbono. De esta manera, se busca que la actividad ganadera se desarrolle en las áreas cuyo 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 se encuentran por municipio, de forma 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 tanto en la biomasa vegetal aérea y subterránea como en el suelo, de acuerdo con la siguiente metodología:

Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea. La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realizó a partir del producto MOD17 (producción primaria bruta y neta MOD17) de MODIS, basado en la producción primaria neta, con la evaluación de la biomasa sólo para las coberturas asociadas a pastos, como se describe en la siguiente tabla:

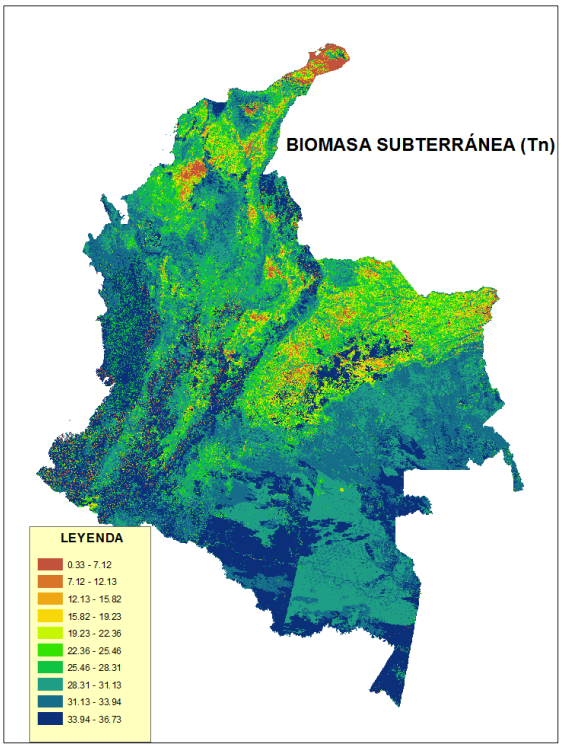
Código	Leyenda cobertura
231	Pastos limpios
232	Pastos arbolados
233	Pastos enmalezados
242	Mosaico de pastos y cultivos
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
244	Mosaico de pastos con espacios naturales
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales
3211	Herbazal denso
3212	Herbazal abierto
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

Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea. Como se puede observar en la siguiente figura, la estimación de la biomasa subterránea se efectuó de acuerdo con los fundamentos planteados por Cairns et ál. (1997) y Brown y Lugo (1992), según la siguiente ecuación:

$$Biomasa\ vegetal\ subterránea = e^{(-1,085 + 0,925 \times ln(BA))}$$

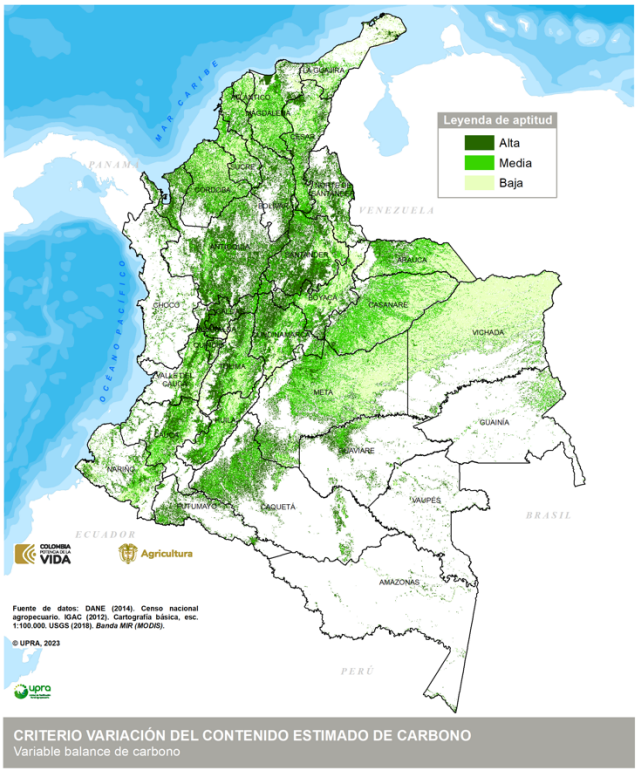
Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la siguiente ecuación:

$$C\ (biomasa\ subterránea) = biomasa\ subterránea/2$$



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 calculó el mapa de carbono total contenido en la biomasa (ver siguiente figura). Una vez definido el valor del contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea y subterránea, fue necesario transformar las unidades empleadas a toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2eq), de acuerdo con la siguiente expresión:

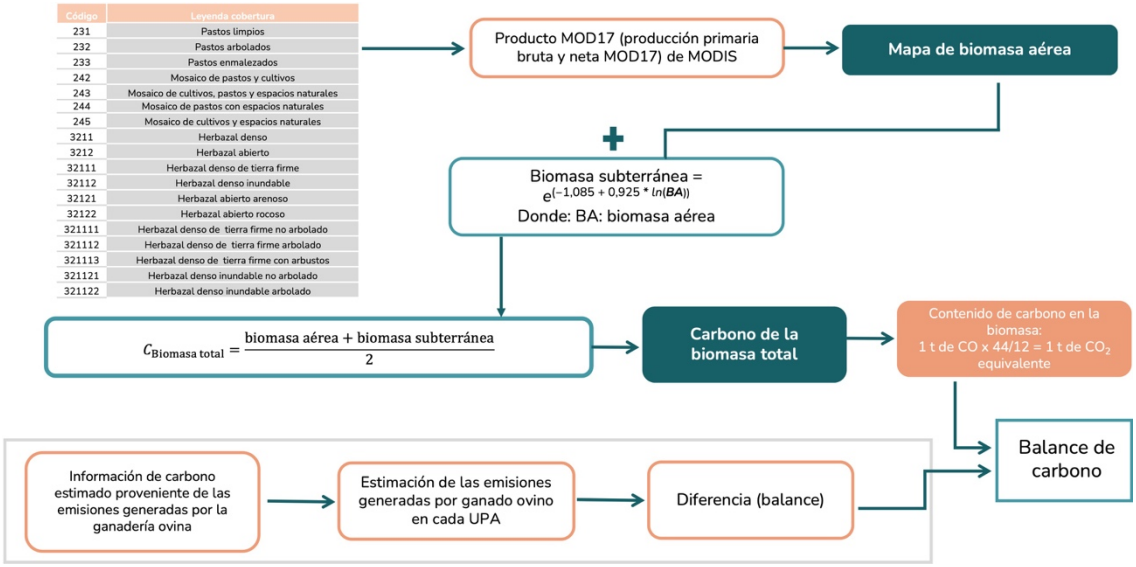
$$1\ t\ de\ CO \times (44/12) = 1\ t\ CO_2\ equivalente$$



Estimación de las emisiones generadas por ganado ovino a nivel municipal. Las emisiones de ovinos de acuerdo con la FAO (2017), asociados a la producción de carne de pequeños rumiantes, corresponden a 41,32 kilogramos de dióxido de carbono equivalente por kilogramo de proteína durante seis meses, lo cual se relaciona con la fermentación entérica (44 %) y con la gestión de estiércol (10 %). Es decir: en un año se tienen dos cohortes asociadas a 82,64 kilogramos de dióxido de carbono equivalente por kilogramo de proteína. La estimación de la emisión total se basa en el censo ovino al multiplicar por cada individuo la emisión reportada con anterioridad. Estos datos se llevan a toneladas por hectárea por año; 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. De esta suerte, el balance de carbono se determinó mediante la siguiente expresión:

Balance de carbono = carbono total (t/ha/año) – *emisión ovina de* CO_2 *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. La calificación de la aptitud para la producción de carne ovina en pastoreo, desde el punto de vista de este criterio, se estableció siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Balance de carbono	Aptitud
El balance neto es mayor al almacenamiento de CO_2eq	>11.600	Alta (A1)
El balance neto no representa diferencia significativa en el almacenamiento de CO_2eq	6250-11.600	Media (A2)
El balance neto es bastante menor de almacenamiento de CO_2eq	<6250	Baja (A3)

FUENTES DE INFORMACIÓN

Arias, J., Riaño, N. & 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. Oecologia 111:1-11.

Canadell, J. y Raupach, M. (2008). Managing Forests for Climate Change Mitigation. 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. . Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Vol 4. 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.

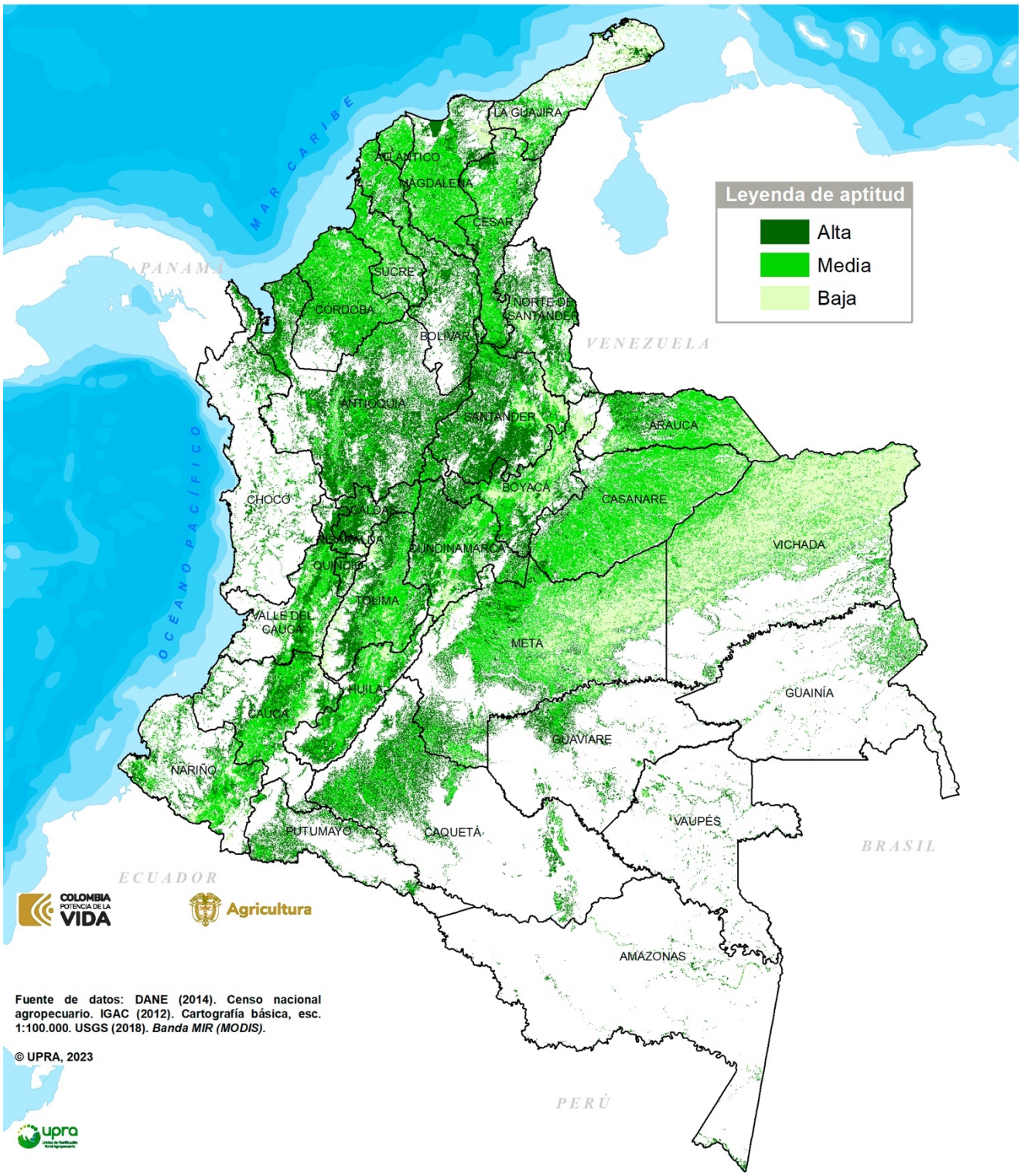
MAVDT. (2007). Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000.

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>.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1 Criterio *infraestructura y logística*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Inventario ovino, expresado en predios por número de animales.

Cercanía a centros de concentración, expresada en tiempo de desplazamiento.

Cercanía a plantas de beneficio, expresada en número de animales sacrificados/tiempo de desplazamiento.

Cercanía a centros de servicios, expresada en tiempo de desplazamiento.

Conectividad terrestre, expresada en predios.

Cercanía a puertos marítimos, expresada en tiempo de desplazamiento.

DEFINICIÓN

Conjunto de medios técnicos, bienes, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de las actividades de producción, comercialización y distribución.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad frente a la cadena de suministros, en especial, el inventario de ovinos, los centros de servicios, las plantas de beneficio, los centros de concentración, la conectividad terrestre y los puertos marítimos, lo cual puede limitar o promover la competitividad de la actividad pecuaria en la interacción con los mercados nacionales e internacionales. Así pues, existe una relación directa entre la infraestructura/logística y la aptitud de una zona. Las

regiones con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo ofrecen mejores condiciones para que la producción de ovinos se desarrolle de 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 2019, estimadas a partir del censo general de población y vivienda realizado en el año 2018. 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 seis variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	*Inventario ovino*	*Cercanía a centros de concentración*	*Cercanía a plantas de beneficio*	*Cercanía a centros de servicios*	*Conectividad terrestre*	*Cercanía a puertos marítimos*
Infraestructura y logística	*Inventario ovino*	1					
	Cercanía a centros de concentración	1/3	1				
	Cercanía a plantas de beneficio	1/3	1/3	1			
	Cercanía a centros de servicios	1/3	1/3	1/3	1		
	Conectividad terrestre	1/5	1/5	1/3	1/3	1	
	Cercanía a puertos marítimos	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene en cuenta la valoración entre pares de variables, como se muestra a continuación:

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			

Con el uso del programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio. De acuerdo con la calificación de los municipios y con las categorías de aptitud y para cada una se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3), como expone la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Infraestructura y logística	*Inventario ovino*	37,2
	Cercanía a centros de concentración	25,8
	Cercanía a plantas de beneficio	16,4
	Cercanía a centros de servicios	10,5
	Conectividad terrestre	6,1
	Cercanía a puertos marítimos	4,0
Total, ponderación		100

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), de acuerdo con la siguiente tabla:

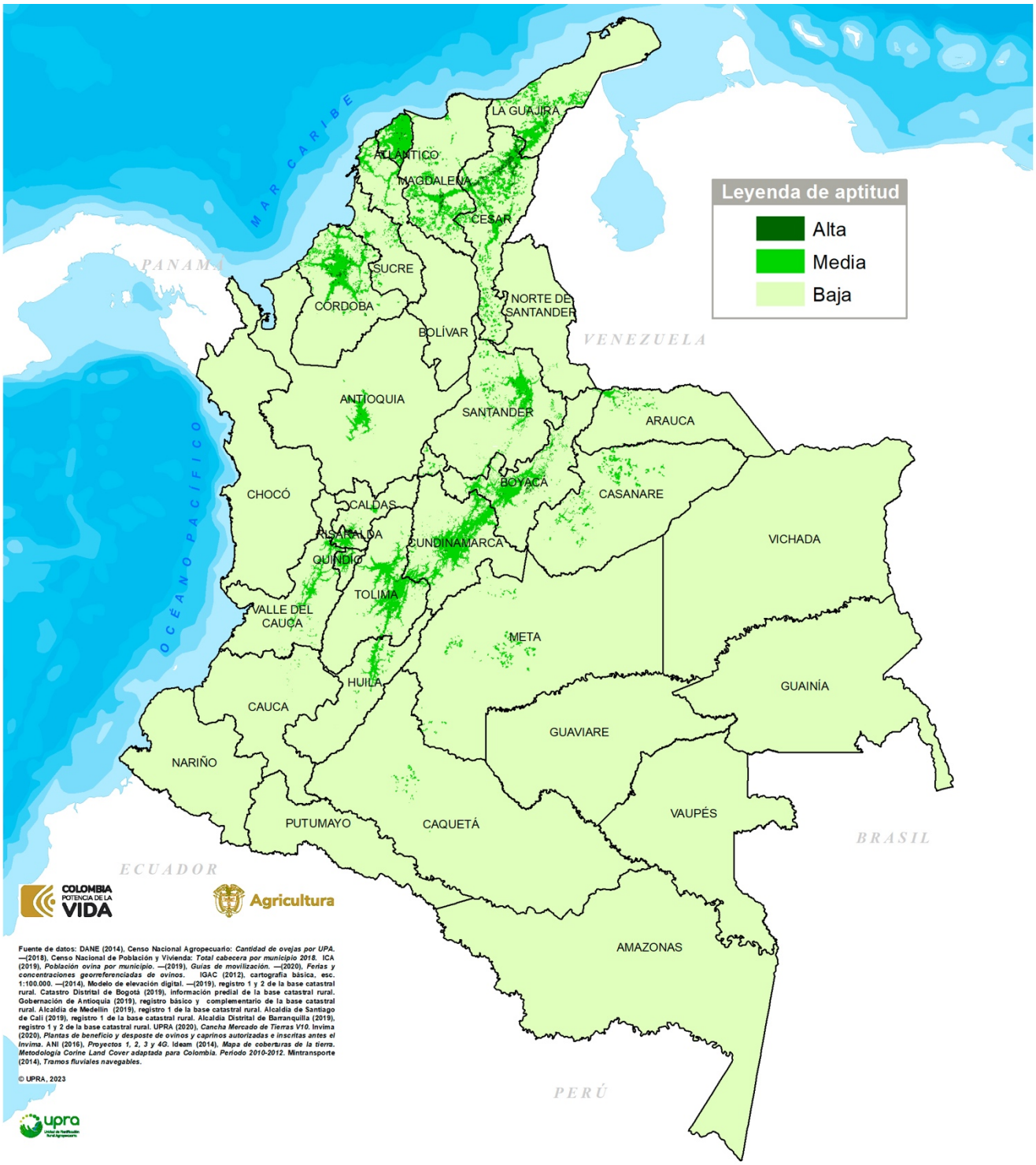
Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Inventario ovino	Predios/número de animales	El predio y el colindante de los municipios con inventario de más de	El predio y el colindante de los municipios con inventario entre 50 y	El predio y el colindante de los municipios con inventario menor a

		1960 animales	1960 animales	50 animales
Cercanía a centros de concentración	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
Cercanía a plantas de beneficio	Número de animales sacrificados/tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas	<1/2	½-2	>2
Conectividad terrestre	Predios	Predio y colindantes a rutas que transportan más de 300 ovinos (incluye línea de la vía)	Predio y colindantes a rutas que transportan menos de 300 ovinos (incluye línea de la vía)	Resto del país
Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas	<2	2-4	>4

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.
ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G.
Catastro Distrital Bogotá. (2019). Información predial jurídica, física y económica.
DANE. (2018). Censo nacional de población y vivienda. Total cabecera por municipio 2019. Bogotá: DANE.
_. (2014), Censo nacional agropecuario: Cantidad de ovinos por Upas. Bogotá: DANE.
Gobernación de Antioquia. (2019). Predial rural Antioquía.
ICA. (2019), Censo ovino, Bogotá: ICA.
_. (2019), Guías de movilización, Bogotá: ICA.
_. (2020) Ferias y concentraciones de ovinos. Bogotá: ICA.
Ideam. (2014). Mapa nacional de cobertura de la tierra. Metodología Corine 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. Bogotá: IGAC.
Invima. (2019). Plantas de beneficio
Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G. Bogotá: Mintransporte
UPRA. (2019). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V9. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



Fuente de datos: DANE (2014), Censo Nacional Agropecuario: *Cantidad de ovejas por UPA*. —(2018), Censo Nacional de Población y Vivienda: *Total cabecera por municipio 2018*. ICA (2019), *Población ovina por municipio*. —(2019), *Guías de movilización*. —(2020), *Ferias y concentraciones georreferenciadas de ovinos*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014), Modelo de elevación digital. —(2019), registro 1 y 2 de la base catastral rural. 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. Alcaldía de Medellín (2019), registro 1 de la base catastral rural. Alcaldía de Santiago de Cali (2019), registro 1 de la base catastral rural. Alcaldía Distrital de Barranquilla (2019), registro 1 y 2 de la base catastral rural. UPRA (2020), *Cancha Mercado de Tierras V10*. Invima (2020), *Plantas de beneficio y desposte de ovinos y caprinos autorizadas e inscritas antes el Invima*. ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012*. Mintransporte (2014), *Tramos fluviales navegables*.

© UPRA, 2023

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.1.1 Variable *inventario ovino*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA*		
VARIABLE: *inventario ovino*	UNIDAD DE MEDIDA: predios/número de animales	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Corresponde a predios georreferenciados con explotaciones de ovinos y su colindante, al cual le corresponde únicamente predios de propiedad privada 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. Los predios donde se registra inventario de ovinos y su colindante se consideran más competitivos, porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad.

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 existe un registro georeferenciado nacional de productores, lo que impide tener una identificación predial de la totalidad de predios dedicados a esta actividad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Predios georreferenciados y su colindante, de los cuales se excluyeron los que cumplieran con las siguientes características:

Predios cuyo tipo de propietario fuera *propiedad colectiva*.
Predios cuyo tipo de propietario fuera *sin información y que estén excluidos de la concha de MT*.
Predios cuyo tipo de propietario fuera *Estado y que estén excluidos de la cancha de MT*.

Predios cuyo tipo de propietario fuera *Estado*.
Predios cuyo tipo de propietario fuera *null* y que estuvieran excluidos de la cancha de MT.
Predios sin información y que estuvieran excluidos de la cancha de MT.
Predios de más de 600 hectáreas cuyo destino económico fuera diferente a *D*.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se tomó como base la información del censo de ovinos de ICA a nivel municipa; para la especialización, se tomaron las coordenadas de los centroides de las UPAS que reportaron existencia de ovinos en los municipios del inventario, los cuales se asociaron al predio de las bases catastrales correspondientes a las coordenadas. Una vez identificados los predios donde se ubicaban los inventarios, se marcó también el colindante a cada predio y se procedió a ubicarlos en aptitud en la cual se categorizó el municipio. 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), que establece que, para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80% de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. En este caso, el 80 % del total de ovinos en los municipios es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios sin inventario de ovinos. El procedimiento consiste en ordenar de mayor a menor los municipios que tienen mayor número de ovinos y luego estiman las participaciones de cada municipio dentro del total del inventario. Finalmente, se estima una 496olumnaa en la que se calcula el porcentaje acumulado de la distribución en los municipios hasta que llegue al 80 % de participación y se verifica que el número de municipios que aportaron la cifra del inventario represente aproximadamente el 20 % del total de municipios.

Clasificación de los predios por aptitud. Al realizar el procedimiento para la variable, el resultado arrojó tres agrupamientos, a los que se les asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedaran definidos de la siguiente manera: *aptitud alta* (A1) para el el predio y el colindante de los municipios con inventarios de más de 1960 animales; *aptitud media* (A2) para el predio y el colindante con inventarios de entre 50 y 1960 animales; *aptitud baja* (A3) para el predio y el colindante de los municipios con un inventario menor a 50. Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Predios/número de animales	Aptitud
El predio y el colindante de los municipios con inventarios de más de 1960 animales	Alta (A1)

El predio y el colindante con inventarios de entre 50 y 1960 nimales	Media (A2)
El predio y el colindante de los municipios con inventario menor a 50 animales	Baja (A3)

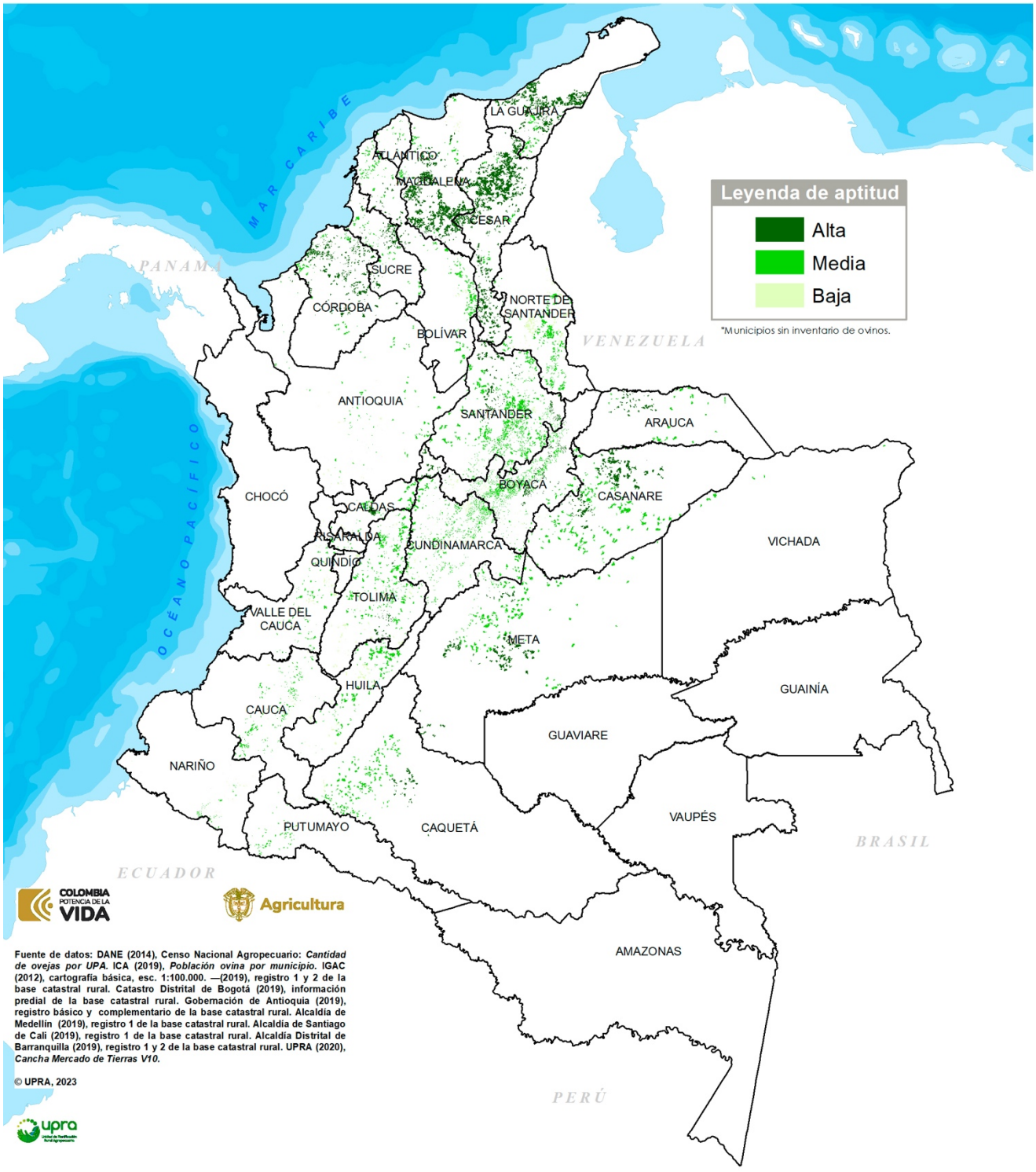
UNIDAD DE ANÁLISIS

Predios.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.
Catastro Distrital Bogotá. (2019). Información predial jurídica, física y económica.
DANE. (2014). Censo nacional agropecuario: Upas con ovinos. Bogotá: DANE.
Gobernación de Antioquia. (2019). Predial rural Antioquía.
ICA. (2019). Censo ovino. Bogotá: ICA.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2019). Base Catastral, Registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.
UPRA. (2019). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: DANE (2014), Censo Nacional Agropecuario: *Cantidad de ovejas por UPA.* ICA (2019), *Población ovina por municipio.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2019), registro 1 y 2 de la base catastral rural. 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. Alcaldía de Medellín (2019), registro 1 de la base catastral rural. Alcaldía de Santiago de Cali (2019), registro 1 de la base catastral rural. Alcaldía Distrital de Barranquilla (2019), registro 1 y 2 de la base catastral rural. UPRA (2020), *Cancha Mercado de Tierras V10.*

© UPRA, 2023

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable inventario ovino

3.1.2 Variable *cercanía a centros de concentración*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: *INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA*			
VARIABLE: *cercanía a centros de concentración*		UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento	
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 ovino en pie a través de las ferias comerciales, el mercado ganadero, la subasta, el remate o el 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 consideran 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, la 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 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 ganaderos han servido como referente, puesto que son una fuente fiable de información no sólo acerca de la oferta y demanda de distintos tipos y razas, sino también sobre la variación en los precios de los ovinos, beneficios que han hecho que se recurra aún más a estos sitios para la compra y venta de ganado. La competitividad está determinada por la presencia del centro de concentración ovina 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

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, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angosta, vía sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación digital de 30 metros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la cabecera municipal, donde se encuentra el centro de concentración.

Clasificación por aptitud. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron considerando los tiempos de desplazamiento de los centros de concentración, así: con *aptitud alta* (A1) los desplaamientos menores a una hora; con *aptitud media* (A2), los desplzamientos de entre media y dos horas; con *aptitud baja* (A3), los desplzamientos de más de dos horas. Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
<1	Alta (A1)
1-2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

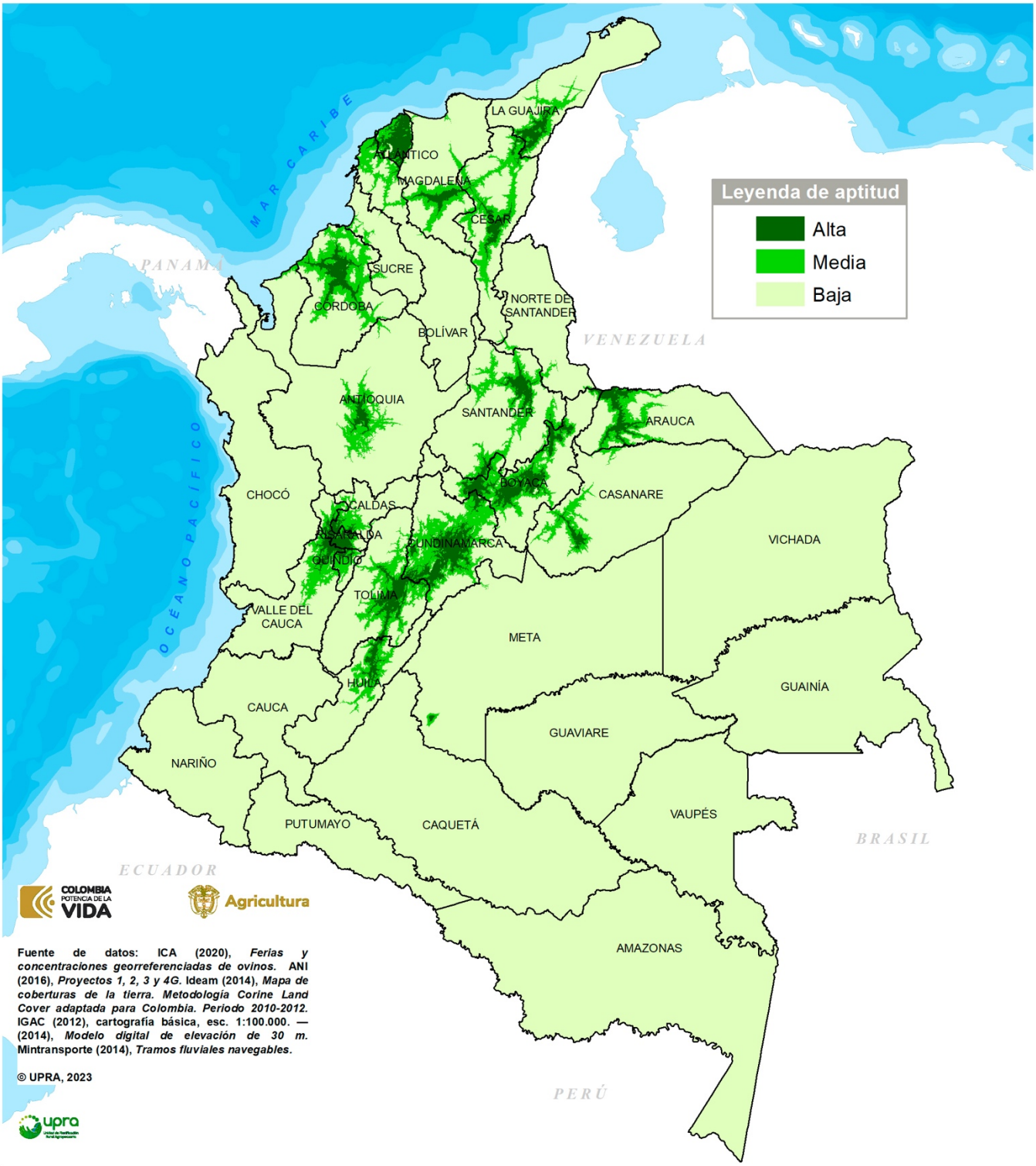
UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

ICA. (2020). Ferias y concentraciones de ovinos. Bogotá: ICA.
Ideam. (2014). Mapa de coberturas de la tierra. Metodologia Corine 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. Bogotá: IGAC.
Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.
_. (2014). Mapa de vías 4G.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a centros de concentración

3.1.3 Variable *cercanía a plantas de beneficio*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA*		
VARIABLE: *cercanía a plantas de beneficio*	UNIDAD DE MEDIDA: número de animales sacrificados/tiempo de desplazamiento	
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 aimales —declaradas como aptas para el consumo humano— que ha sido registrado y autorizado para este fin. Tiene como objetivo proveer a las entidades territoriales de la infraestructura y el equipamiento adecuados para el sacrificio de animales, considerando las prácticas sanitarias establecidas en la normativa colombiana para 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 la carne de ovinos 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. 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 Santa Rosa de Osos (Antioquia), Galapa (Atlántico), Cereté (Córdoba), Bucaramanga y Floridablanca (Santander), Valledupar (Cesar), Chocontá (Cundinamarca), Ibague (Tolima) y Yumbo (Valle del Cauca).

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

Aunque mide la disponibilidad de sacrificio, no logra diferenciar las condiciones del mercado actual de carne en pie, porque hay plantas de beneficio ubicadas en un municipio que recibe ganado de otros municipios, sean cercanos o no. Hay un limitante que está relacionado con el Decreto 1500 de 2007, que promulga las especificidades técnicas que debe cumplir la planta de beneficio, pues en la actualidad hay muy pocas las plantas que logran cumplir todos los requisitos, lo cual puede a futuro eliminar plantas que se han tenido en cuenta en este cálculo.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Se utilizó la información suministrada por el ICA a través de las guías de movilización, partiendo del predio o del centro de concentración a la planta de beneficio durante el año de análisis. Del mismo modo, se utilizó la metodología de isócronas empleadas por la UPRA, herramienta técnica a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carreteras angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación digital de 30 metros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las 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 definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta las plantas de beneficio, así: con *aptitud alta* (A1), los desplzamientos para acceder a los servicios de una hora; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos para acceder a los servicios ed entre una y dos horas; con *aptitud baja* (A3), los desplzamiemientos para acceder a los servicios de más de dos horas. Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
<1	Alta (A1)
1-2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

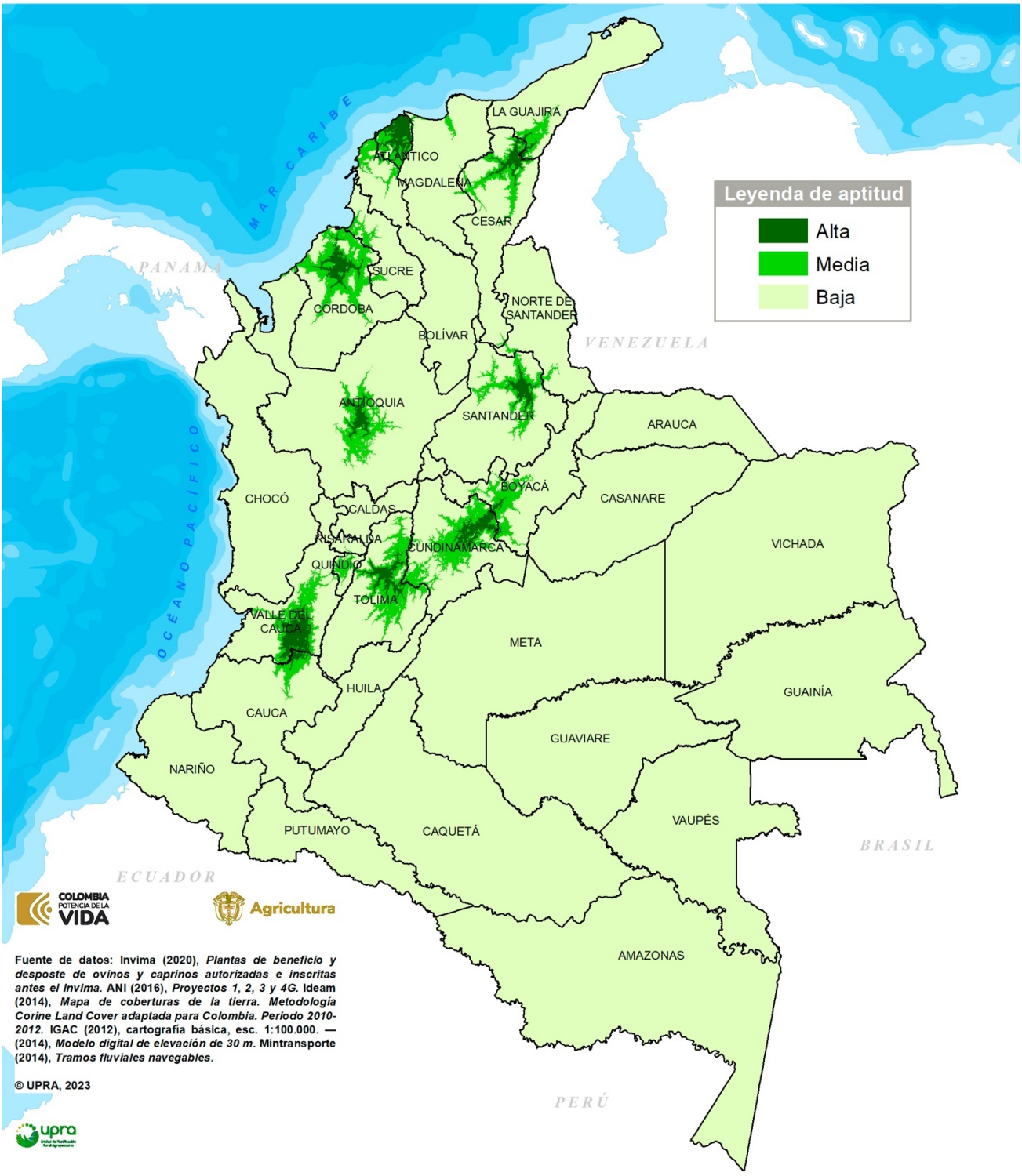
UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G.
ICA. (2019). Guías de movilización. Bogotá: ICA.
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. Bogotá: IGAC.
Invima. (2019). Plantas de beneficio. Bogotá: Invima.
Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a plantas de beneficio

3.1.4 Variable *cercanía a centros de servicios*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA*		
VARIABLE: *cercanía a centros de servicios*	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la producción de carne de ovinos. Se consideran centros de servicios los municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2018. 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 carne de ovinos al facilitar el acceso a insumos y servicios necesarios para el productor. La accesibilidad hace referencia al tiempo de desplazamiento, que viene determinado por la oferta y el estado de las redes de transporte vial, fluvial y de la distancia entre dos puntos, uno de los cuales es el centro de servicios —tomando como referencia la cabecera municipal—. Las zonas más cercanas a los centros de servicios son más competitivas que las 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

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 realizó con base en las proyecciones de la población elaboradas por el DANE para el año 2019, 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 30.000 habitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carreteras angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de vías, medidas por el método de elevación digital de 30 mestros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la cabecera municipal, donde los centros de servicios se definen como los municipios que contaban con una población mayor a treinta mil habitantes para el año 2019.

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, así: con *aptitud alta* (A1), el desplazamiento para acceder a los servicios de menos de media hora; con *aptitud media* (A2), el desplazamiento para acceder a los servicios de centros de servicios de entre media y dos horas: *aptitud baja* (A3), el desplazamiento para acceder a los servicios de más de dos 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), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< ½	Alta (A1)
½-2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2018). Censo nacional de población y vivienda. Total cabecera por municipio 2019. Bogotá: DANE.

Ideam. (2014). Mapa de coberturas de la tierra. Metodologia Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012. Bogotá: Ideam.

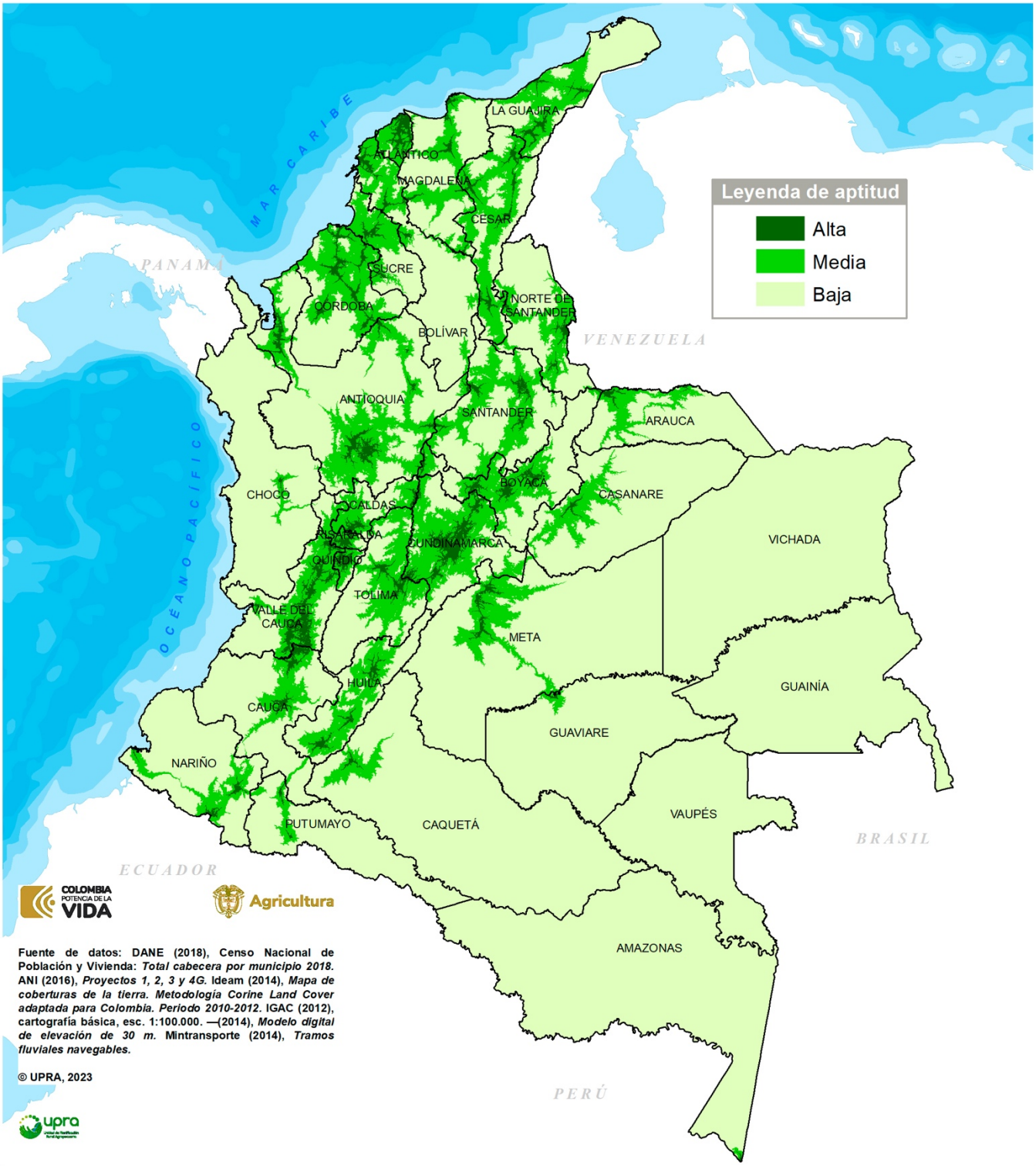
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Método digital de elevación a 30 m. Bogotá: IGAC.

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.

_. (2014). Mapa de vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a centros de servicios

3.1.5 Variable *conectividad terrestre*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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, así como la accesibilidad a las rutas terrestres para el movimiento de ovinos en pie e insumos de un lugar a otro. Sintetiza la facilidad de desplazamiento del aparato productivo para el transporte de ovinos en pie.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra las rutas donde hubo movimiento de ovinos en pie en el año 2019. Además, impacta la facilidad con que los agentes económicos pueden desplazarse en el territorio nacional, en especial, los que trasladan animales en pie de un sitio a otro, particularmente, para ovinos de cría y de levante a los sitios donde son cebados. Así mismo, 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 ovino y de insumos.

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 espacialización depende de la información de predios. Sin embargo, en algunos municipios, en especial los del suroriente colombiano, no presentan información catastral, por lo cual sólo se muestran las rutas y las líneas del movimiento.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Se tuvo en cuenta la información de las guías de movilización del ICA. El punto de origen tiene en cuenta el municipio de origen según el tipo: si es predio o una concentración ganadera, El punto de destino tiene en cuenta si el ganado movilizado llega a otro predio, a una planta de beneficio o a una concentración ganadera para identificar el número de animales y flujos de movilización. A su vez, tiene en cuenta la movilización en carro y en arreo de ovinos en pie.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se organizó la base de datos de las guías de movilización ICA 2019, considerando 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 ovinos al año, incluyendo los puertos fluviales. La información de la localización corresponde al año 2014. 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), que establece que, para un amplio número de fenómenos, aproximadamente el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. En este caso, el 80 % del total de ovinos transportados en los municipios es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios sin reporte de ovinos transportados.

El procedimiento consistió en ordenar de mayor a menor los municipios que tenían mayor número de ovinos movilizados y luego se estima las participaciones de cada municipio dentro del total del registro de movilidad de los ovinos. Finalmente, se estimó una columna en la que se calculó el porcentaje acumulado de la distribución dentro de los municipios hasta que llegara al 80 % de participación. Se verificó que el número de municipios que aportaron la cifra representara aproximadamente el 20 % del total. Partiendo de esto, se clasificaron con *aptitud alta* (A1) los municipios cuyo porcentaje de número de ovinos transportados no superara el 80 % del total de ovinos movilizados; con *aptitud media* (A2), los municipios del restante porcentaje que reportaran un número menor a 300 animales; y con aptitud baja (A3), el resto del país.

Clasificación por aptitud. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud definieron el predio y el colindante en las rutas terrestres que movilizan ovinos en el país, así: con *aptitud alta*

(A1), el predio y colindante con rutas que transportaran más de 300 ovinos (incluyendo la línea de la vía); con *aptitud media* (A2), el predio y colindante con rutas que transportaran menos de 300 ovinos (incluyendo la línea de la vía; con *aptitud baja* (A3), el resto del país. Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud:alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Predios	Aptitud
Predio y colindante con rutas que transportaran más de 300 ovinos (incluyendo la línea de la vía)	Alta (A1)
Predio y colindante con rutas que transportaran menos de 300 ovinos (incluyendo la línea de la vía)	Media (A2)
Resto del país	Baja (A3)

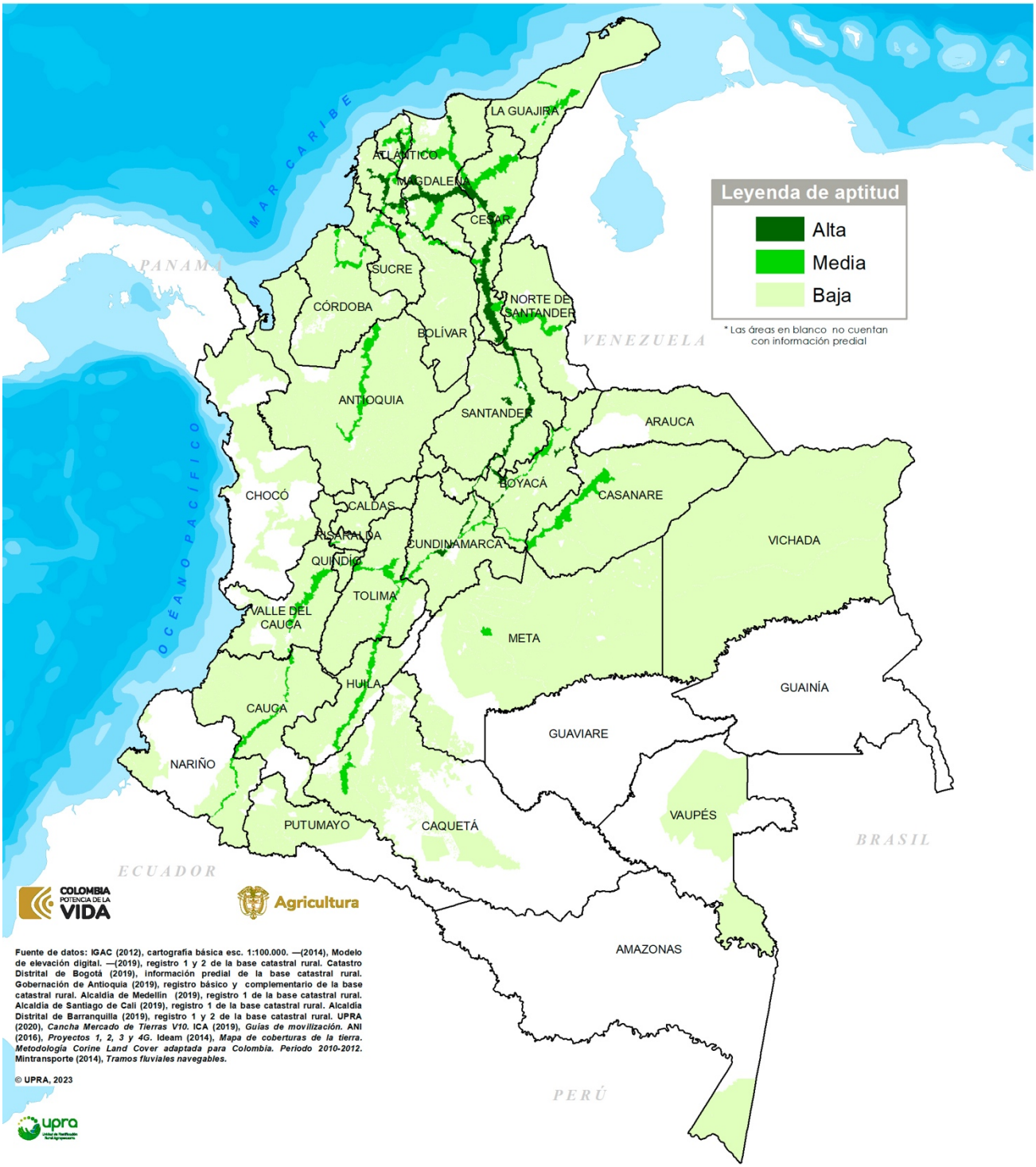
UNIDAD DE ANÁLISIS

Predios.

FUENTES DE INFORMACIÓN

ICA. (2019). *Guías de movilización*. Bogotá: ICA.
ANI. (2016). Proyectos 1, 2, 3 y 4G. Bogotá: ANI.
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*. Bogotá: IGAC.
Mintransporte, (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable conectividad terrestre

3.1.6 Variable *cercanía a puertos marítimos*

<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 DE CARNE OVINA (Ovis aries) 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 puertos marítimos</td><td colspan="2">UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento</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

Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las posibilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional, es decir, exportaciones e importaciones.

Para efectos de la presente zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los puertos marítimos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos frente a la potencialidad de realizar operaciones de comercio internacional que beneficien la competitividad de la cadena. En este sentido, los municipios más cercanos a los puertos marítimos tendrán mayor aptitud competitiva para interactuar en los procesos de integración con socios comerciales (actuales y potenciales) en lo referente a la exportación del producto.

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 no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los puertos marítimos no incluye los costos de transporte a través de la red vial.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y las pendientes, dada su influencia en la velocidad y en los tramos fluviales navegables. Es una herramienta técnica a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carreteras angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación digital de 30 mestros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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. La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. Así, se tuvieron en cuenta los puertos marítimos donde se concentraran los flujos de comercio internacional.

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 desde los puertos marítimos, así: con *aptitud alta* (A1), los desplazamientos de menos de dos horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos de entre dos y cuatro horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional; con *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de más de cuatro horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3), como se se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 2	Alta (A1)
2-4	Media (A2)
>4	Baja (A3)

Es conveniente aclarar que la región Caribe muestra la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los puertos marítimos, ubicados en Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira. El puerto de Buenaventura y el de Tumaco reflejan una gran incidencia para la región andina. Regiones como la Orinoquia y la Amazonia tienen el menor grado de aptitud competitiva por su lejanía a los puertos marítimos. Se tuvieron en cuenta los puertos de Buenaventura (Valle del Cauca), Barranquilla (Atlántico), Cartagena (Bolívar), Santa Marta (Magdalena), Nariño (Tumaco) y los embarcaderos Nueva Colonia y Zungo, ubicados en Carepa (Antioquia), porque allí se concentran la mayoría de las operaciones de comercio internacional.

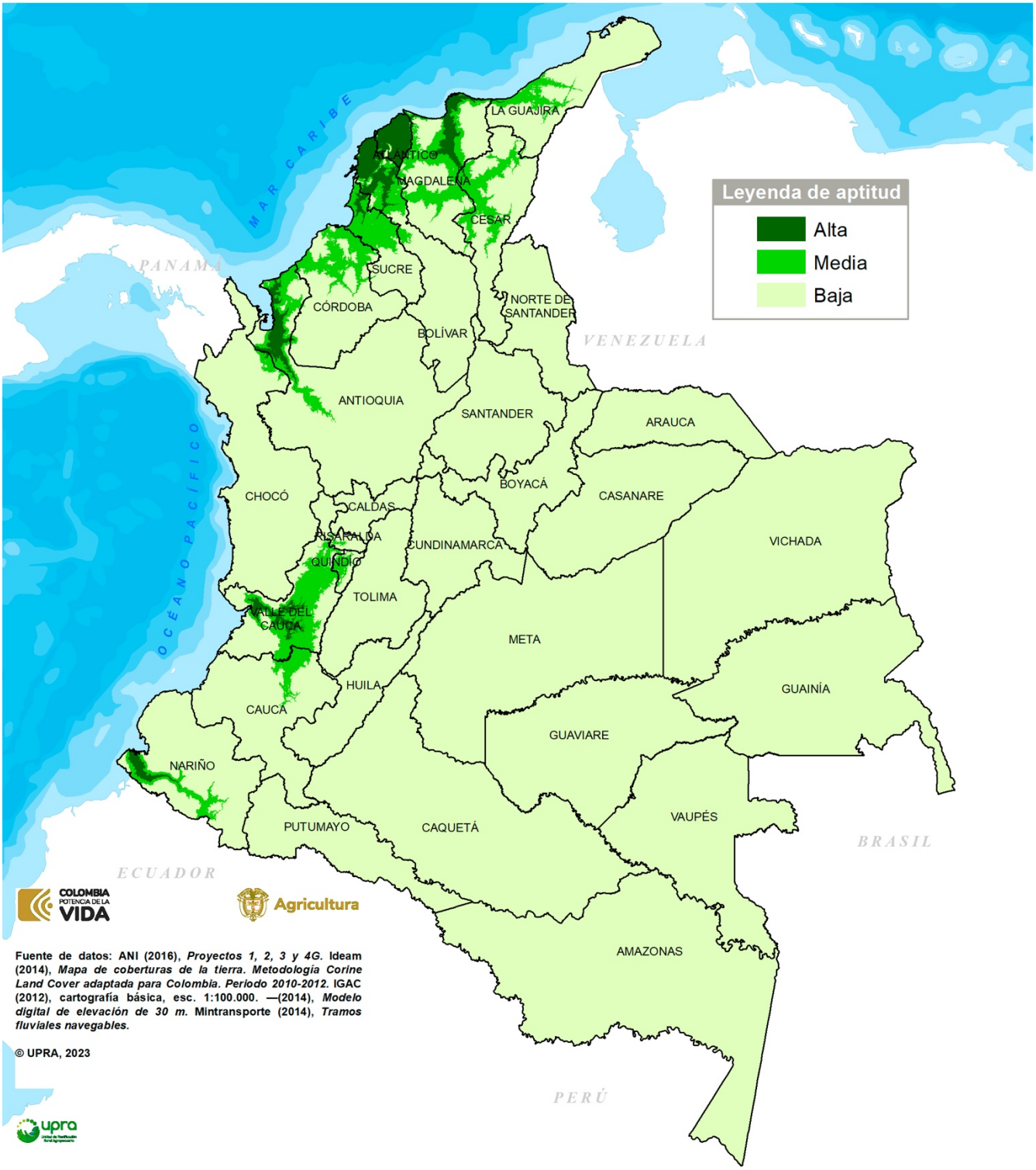
UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. Bogotá: Ideam.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2014). *Método digital de elevación a 30 m*. Bogotá: IGAC.
Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte.
_. *(2014). Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA
Variable cercanía a puertos marítimos

3.2 Criterio *asociatividad e institucionalidad*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 las asociaciones, expresada en tiempo de desplazamiento (horas).

Cercanía a los puntos de servicio al ganadero del ICA, expresada en tiempo de desplazamiento (horas).

Cercanía a las entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (EPSEA), expresada en tiempo de desplazamiento (horas).

Cercanía a Agrosavia, expresada en tiempo de desplazamiento (horas).

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede acceder, desde otros puntos en el territorio, a una asociación de productores de ovinos, a la institucionalidad gremial y a entidades que soportan la sanidad, investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La asociatividad es un factor determinante del desarrollo de las actividades productivas, ya que refleja la existencia de liderazgos, de cohesión social y de 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 sentido, la cercanía a la institucionalidad 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: el ICA, en vigilancia sanitaria, normativa, certificaciones de predios y BPA, entre otros; Agrosavia, en cuanto a la innovación y transferencia de conocimiento y tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad de la explotación pecuaria.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

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 las asociaciones*	*Cercanía a los puntos de servicio al ganadero del ICA*	*Cercanía a las entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (EPSEA)*	*Cercanía a Agrosavia*
Asociatividad e institucionalidad	*Cercanía a las asociaciones*	1			
	Cercanía a los puntos de servicio al ganadero del ICA	1/3	1		
	Cercanía a las 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 de la siguiente manera:

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			

Haciendo uso del programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios y con las categorías de aptitud, para cada una de las cuales se asignó el valor de alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se puede observar en la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Asociatividad e institucionalidad	*Cercanía a las asociaciones*	49,9
	Cercanía a los puntos de servicio al ganadero del ICA	28,8
	Cercanía a las entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (EPSEA)	14,7
	Cercanía a Agrosavia	6,6
Total, ponderación		100

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

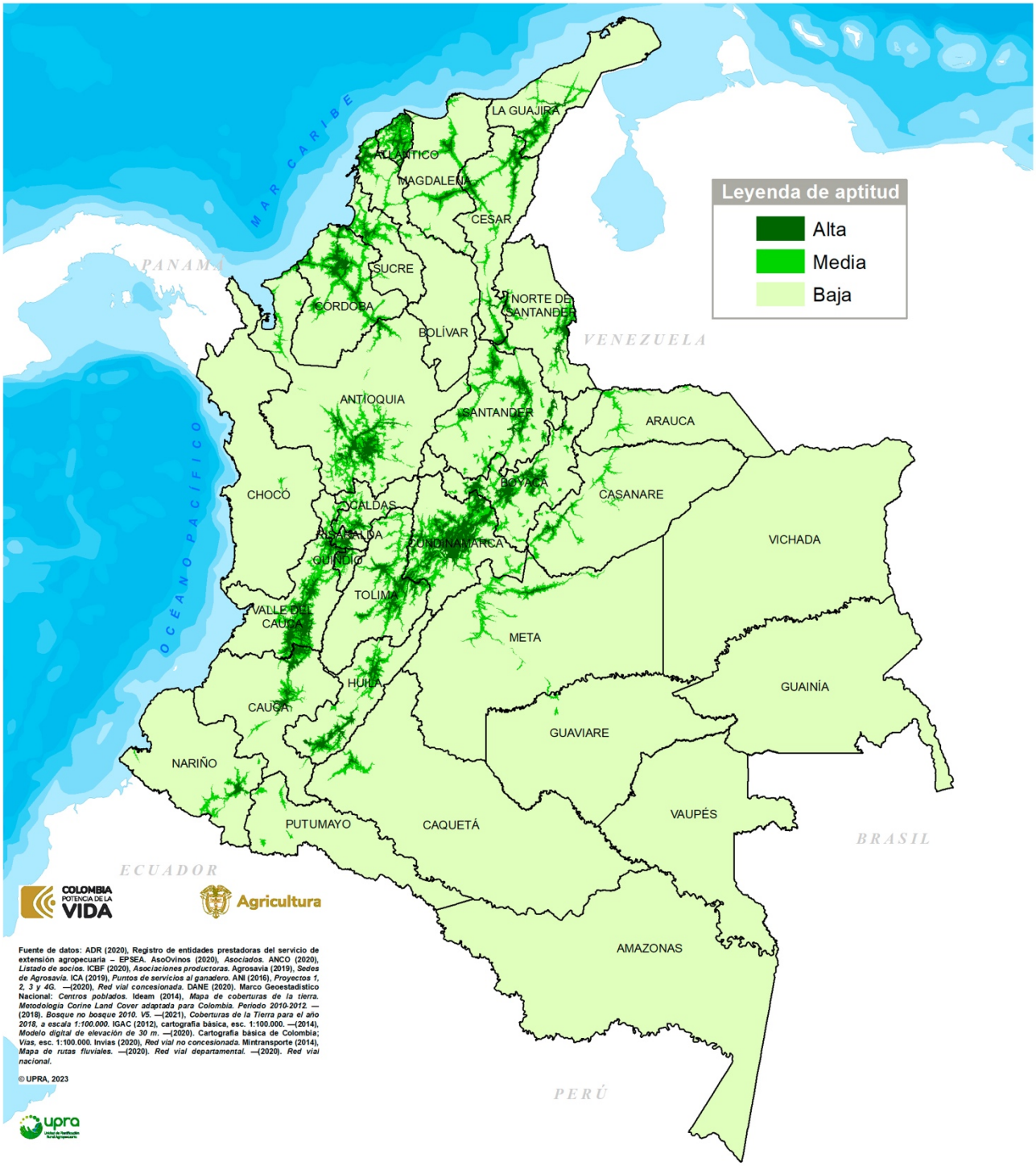
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Cercanía a las asociaciones	Tiempo de desplazamiento (horas)	<1/2	1/2-1	>1
Cercanía a los puntos de servicio al ganadero del ICA	Tiempo de desplazamiento (horas)	<1/2	1/2-1	>1
Cercanía a la entidades prestadoras de servicio de extensión agropecuaria (EPSEA)	Tiempo de desplazamiento (horas)	<1/2	1/2-2	>2
Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (horas)	<1/2	1/2-2	>2

FUENTES DE INFORMACIÓN

ADR. (2020). Registro de las entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria – EPSEA.
Agrosavia. (2019). Centros Agrosavia. Bogotá: Agrosavia
ANCO (2020). Asociaciones. Bogotá: ANCO.
Asoovinos. (2020). Asociaciones. Bogotá: Asoovinos.
ICA. (2020). Ubicación puntos de servicio al ganadero del ICA. Bogotá: ICA.
Ideam. (2014). Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Bogotá: Ideam.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2014). Método digital de elevación a 30 m. Bogotá: IGAC.
Mintransporte, (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.
_. (2014). Mapa de vías 4 G. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD

3.2.1 Variable *cercanía a las asociaciones*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL			
CRITERIO: *ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD*			
VARIABLE: *cercanía a las asociaciones*	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento		
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 asociación de productores de ovinos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La asociatividad es un factor significativo en la toma de decisiones sobre el desarrollo de las actividades productivas, ya que refleja la existencia de liderazgos, de cohesión social y de la construcción de redes que articulan a los productores de base y facilitan su acceso a instancias que pueden disponer recursos para la implementación de proyectos productivos y el desarrollo del sector.

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

No se cuenta con una amplia información.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. La metodología de isócronas empleada por la UPRA es una herramienta técnica a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carreteras angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación

digital de 30 mestros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación en la cabecera municipal donde se encuentra la asociación.

Clasificación por aptitud. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron con base en los tiempos de desplazamiento a las asociaciones, considerando que, a mayor distancia, se reduce la posibilidad de acceder a ellas así: con *aptitud alta* (A1), los desplazamientos de menos de media hora; con *aptitud media* (A2) los desplazamientos de entre media y una hora; con *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de más de una hora.

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), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
<½	Alta (A1)
½-1	Media (A2)
>1	Baja (A3)

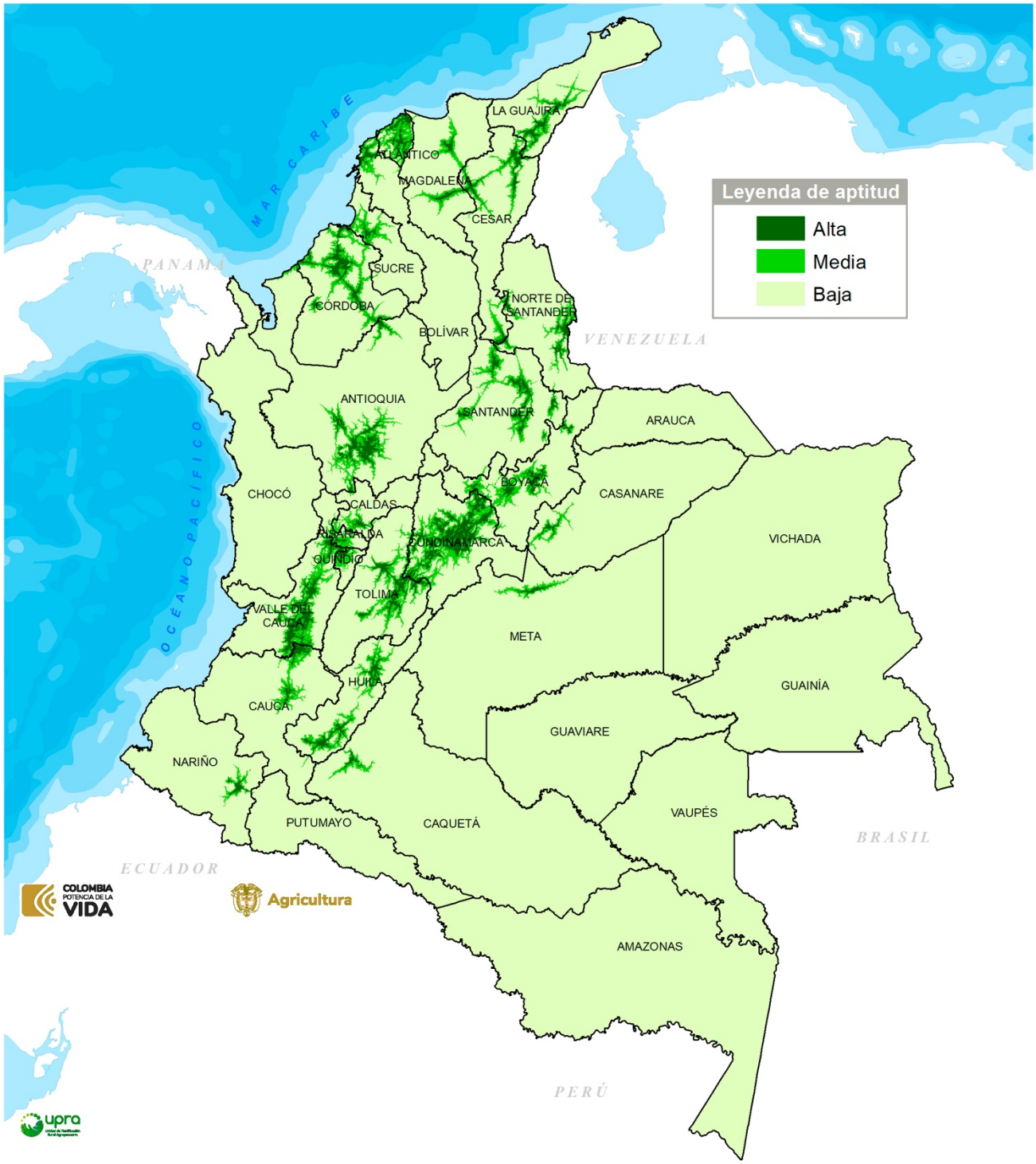
UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

ANCO. (2020). Asociaciones de productores de ovinos. Bogotá: ANCO.
Asoovinos. (2020). Asociaciones de productores de ovinos. Bogotá: Asoovinos.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2014). Método digital de elevación a 30 m. Bogotá: IGAC.
Mintransporte. (2014). Mapa de los tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.
_. (2014). Vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a asociaciones

3.2.2. Variable *cercanía a los puntos de servicio al ganadero del ICA*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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		
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 hace presencia y ejerce una cobertura de prestación de servicios. En los puntos de servicio al ganadero los usuarios pueden realizar trámites, como solicitud de la guía sanitaria de movilización interna de animales (GSMI), la guía de trasporte, el registro de hierros, la inscripción de fincas ganaderas, el programa Identifica, la información sobre ciclos de vacunación y los trámites que se deben gestionar para asegurar la sanidad animal y evitar la propagación de enfermedades de los ovinos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El ICA contribuye al desarrollo sostenido del sector agropecuario, la prevención, la vigilancia y el 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 la facilidad en el trámite relacionado con la dinámica de manejo de la producción de carne de ovinos. En consecuencia, cuanto menor tiempo de desplazamiento haya desde un punto de la geografía nacional para llegar a un punto de servicio al ganadero del ICA, tanto más competitivo el proceso, dado que surgen 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 ovinas.

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 del ICA es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes limitan el análisis de la variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisión de la información. La metodología de isócronas empleada por la UPRA es una herramienta técnica a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carretera angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación digital de 30 metros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de los puntos de servicios al ganadero del ICA.

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 punto de servicio al ganadero, considerando que, a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a una sede de la entidad oficial así: con *aptitud alta* (A1), los desplazamientos de menos de media hora; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos de entre media y una hora; con *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de a más de una hora.

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), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
<½	Alta (A1)
½-1	Media (A2)
>1	Baja (A3)

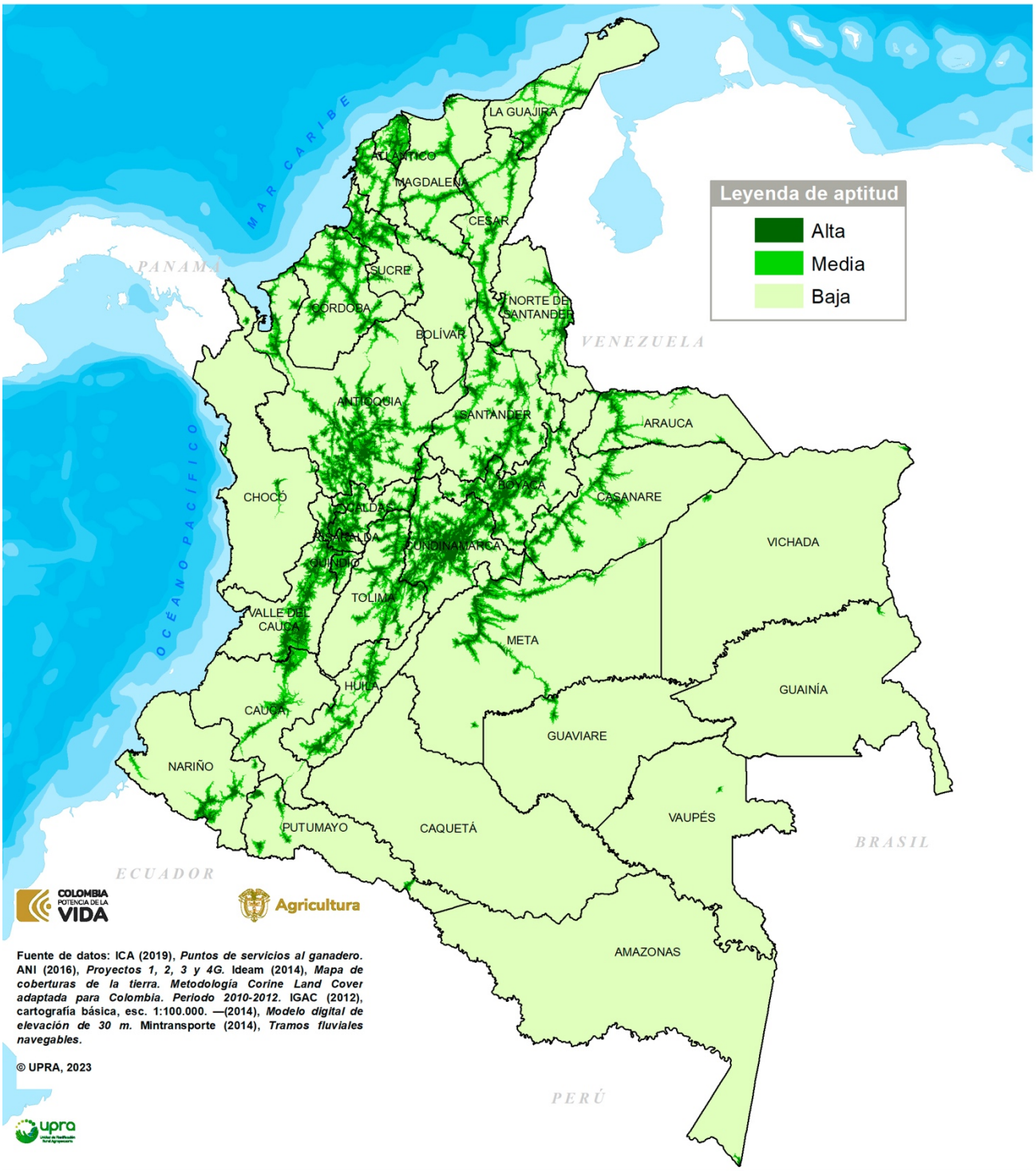
UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

ICA. (2020). Ubicación sedes puntos de servicio al ganadero ICA. Bogotá: ICA.
Ideam (2014), Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Bogotá: Ideam.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2014). Método digital de elevación a 30 m. Bogotá: IGAC.
Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.
_. (2014). Mapa de vías 4 G. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a puntos de servicio al ganadero del ICA

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 DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 (horas)	
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 entidades prestadoras del servicio de extensión agropecuaria (EPSEA) son las unidades municipales de asistencia técnica agropecuaria (Umata); los centros provinciales de gestión agroempresarial (CPGA); los gremios agropecuarios; las empresas privadas o de naturaleza mixta; las asociaciones de profesionales; las universidades y demás instituciones de educación superior; las agencias de desarrollo local (ADL); las entidades sin ánimo de lucro; los colegios agropecuarios; las cooperativas; y las asociaciones de productores. Estas entidades tienen el propósito de brindar la prestación del servicio de extensión o asistencia técnica agropecuaria, cumpliendo con 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, acuícolas y forestales, lo cual permite un acompañamiento integral a los productores y facilita el incremento de los índices de productividad y competitividad.

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

No hay limitantes en la variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. La metodología de isócrona empleadas por la UPRA es una herramienta técnica a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carreteras angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación digital de 30 metros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las 133 entidades prestadoras habilitadas por la ADR, las cuales se encuentran distribuidas en 59 municipios.

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 las EPSEA, considerando que, a mayor distancia, se reduce la posibilidad de acceder a una de ellas así: con *aptitud alta* (A1), los desplazamientos de menos de media hora; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos de entre media y dos horas; con *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de 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), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento (horas)	Aptitud
<1/2	Alta (A1)
1/2-2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

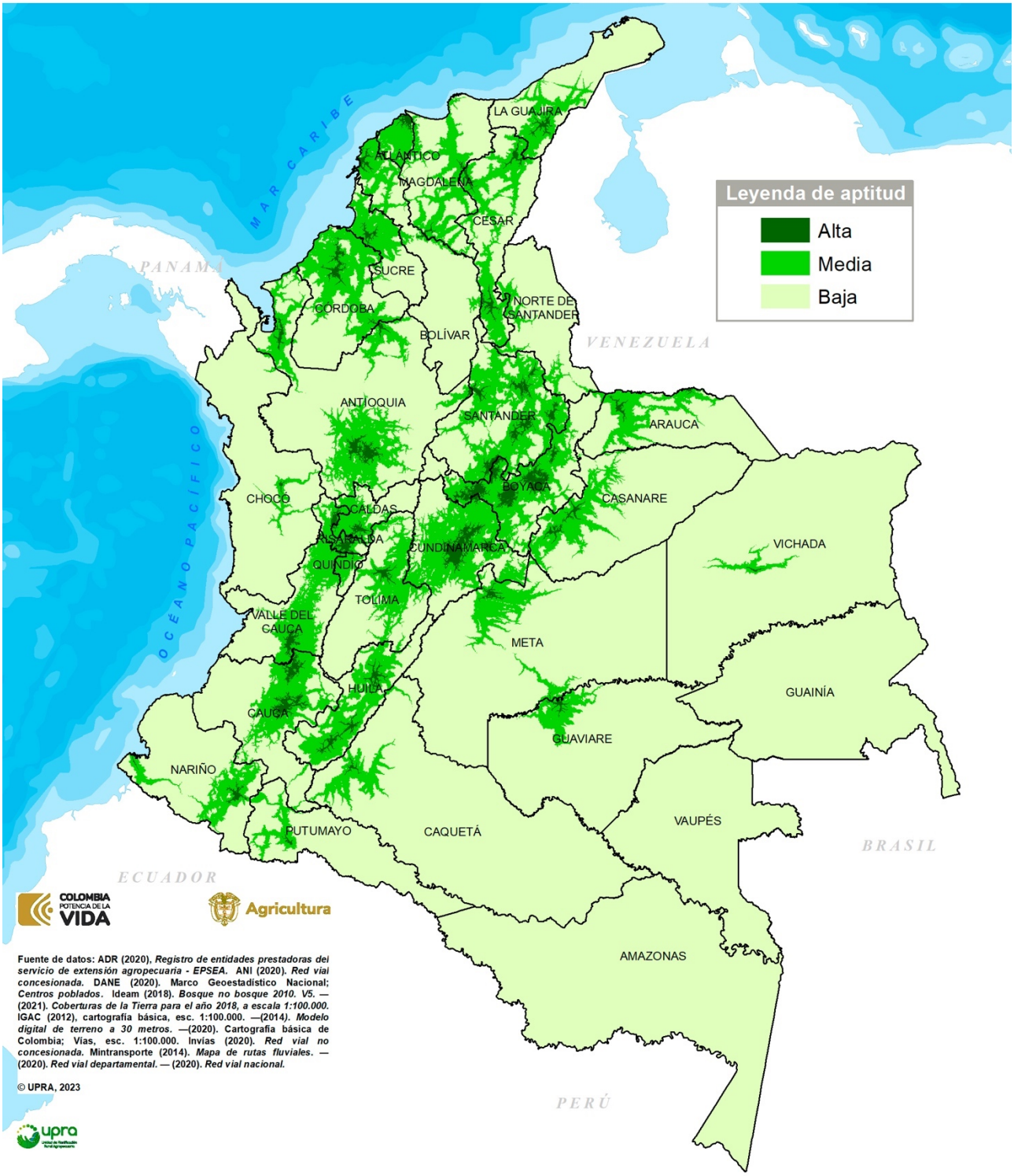
Tiempo de desplazamiento (horas).

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*

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a las Entidades Prestadoras de Servicio de Extensión Agropecuaria (EPSEA)

3.2.4 Variable *cercanía a Agrosavia*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: *ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD*		
VARIABLE: *cercanía a Agrosavia*	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento	
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 consiste en 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 de carne ovina. Cuanta mayor cercanía de una sede de Agrosavia, tanta mayor probabilidad existe de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para mejorar los procesos productivos de carne de ovinos. Representa para los productores la posibilidad de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de los ovinos y, en general, a los servicios de la corporación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

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 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

Precisión de la información. La metodología de isócronas empleada por la UPRA es una herramienta técnica,a través de la cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, como vías pavimentadas, carreteras con dos o más carriles, carreteras angostas, vías sin pavimentar, carreteras o senderos; y la pendiente de las vías, medidas por el método de elevación digital de 30 mestros, su influencia en la velocidad y los tramos navegables fluviales que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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 las isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de Agrosavia.

Clasificación por aptitud. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron con base en los tiempos de desplazamiento a las sedes de Agrosavia, considerando que, a mayor distancia, se reduce la posibilidad de acceder a una de ellas así: con *aptitud alta* (A1), los desplazamientos de menos de media hora; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos de entre media y dos horas; con *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de 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), como se muestra a continuación:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
<½	Alta (A1)
½-2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Agrosavia. (2019). Centros Agrosavia.

Ideam. (2014). Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Bogotá: Ideam.

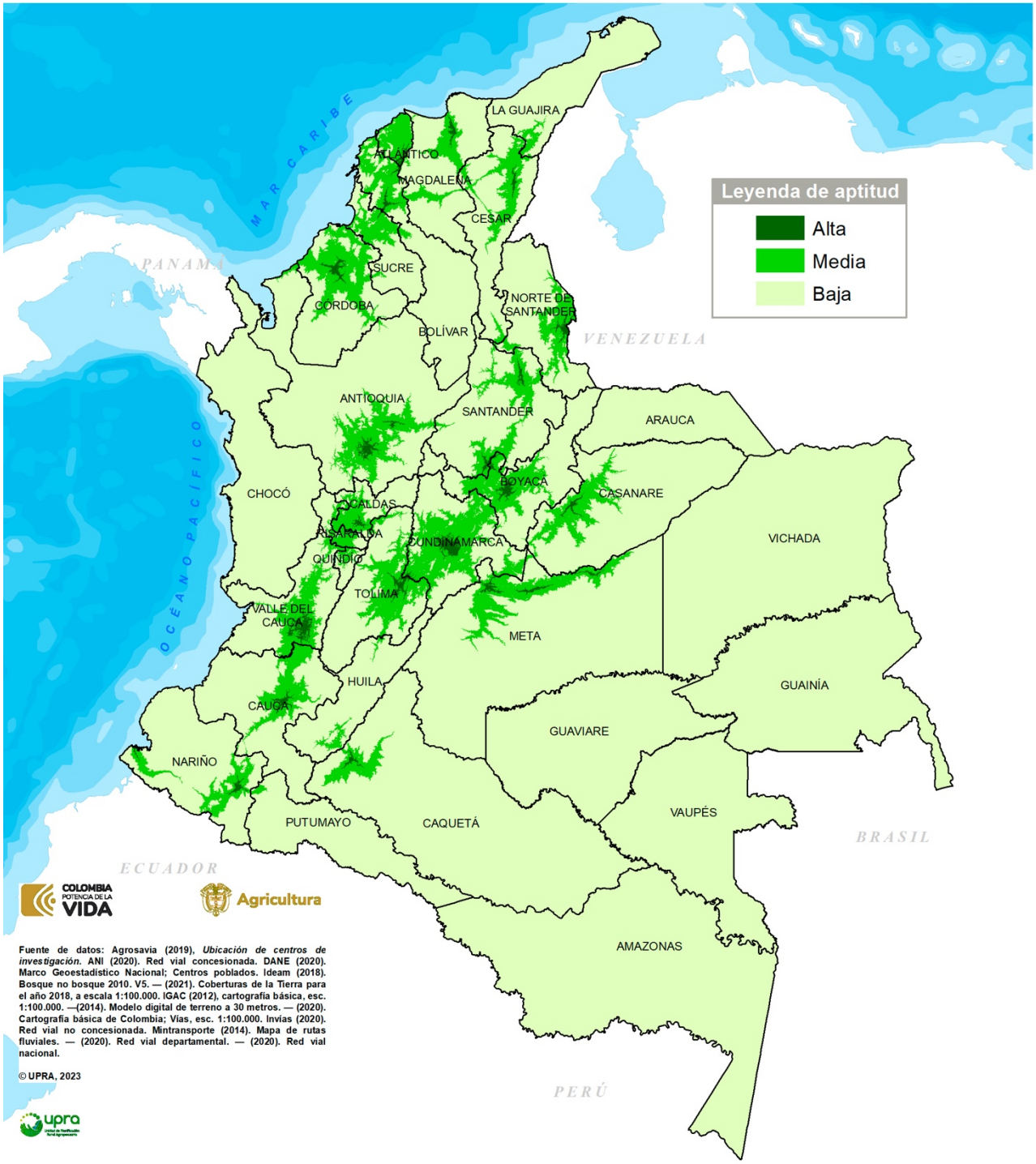
IGAC. (2012). cartografía básica esc. 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Método digital de elevación a 30 m. Bogotá: IGAC.

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.

_. (2014). Mapa de vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD
Variable cercanía a Agrosavia

3.3. Criterio *disponibilidad de mano de obra*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 por kilómetro cuadrado.

Oferta educativa técnica y tecnológica, expresada en tiempo de desplazamiento (horas).

Oferta educativa universitaria, expresada en tiempo de desplazamiento (horas).

DEFINICIÓN

Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción pecuaria en un municipio, teniendo en cuenta el nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica de acuerdo con las necesidades de los productores de ovinos.

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 mediante el acceso a programas de formación académica para su capacitación. Estos elementos hacen posible que las unidades productivas de ovinos 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 el 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 al censo general de población y vivienda del DANE (2018), que, aunque es reciente, limita la capacidad para ser actualizado sobre la dinámica demográfica más coyuntural, por su distribución etárea y por

su ubicación en las áreas urbanas o rurales de los municipios. 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 la 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 de 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, según se muestra a continuación:

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			

Haciendo uso del programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios y con las categorías de aptitud, para cada una de las cuales se asignó el valor de alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se puede consultar en la siguiente tabla:

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, que consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio, a saber: 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/ km²*	>13,41	6,9-13,41	<6,9
Oferta educativa técnica y tecnológica	*Tiempo de desplazamiento en horas*	<1	1-2	>2
Oferta educativa universitaria	*Tiempo de desplazamiento en horas*	<1	1-2	>2

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Proyecciones de población municipal por Area, Sexo y Edad con base en el «Censo Nacional de población y vivienda 2018».

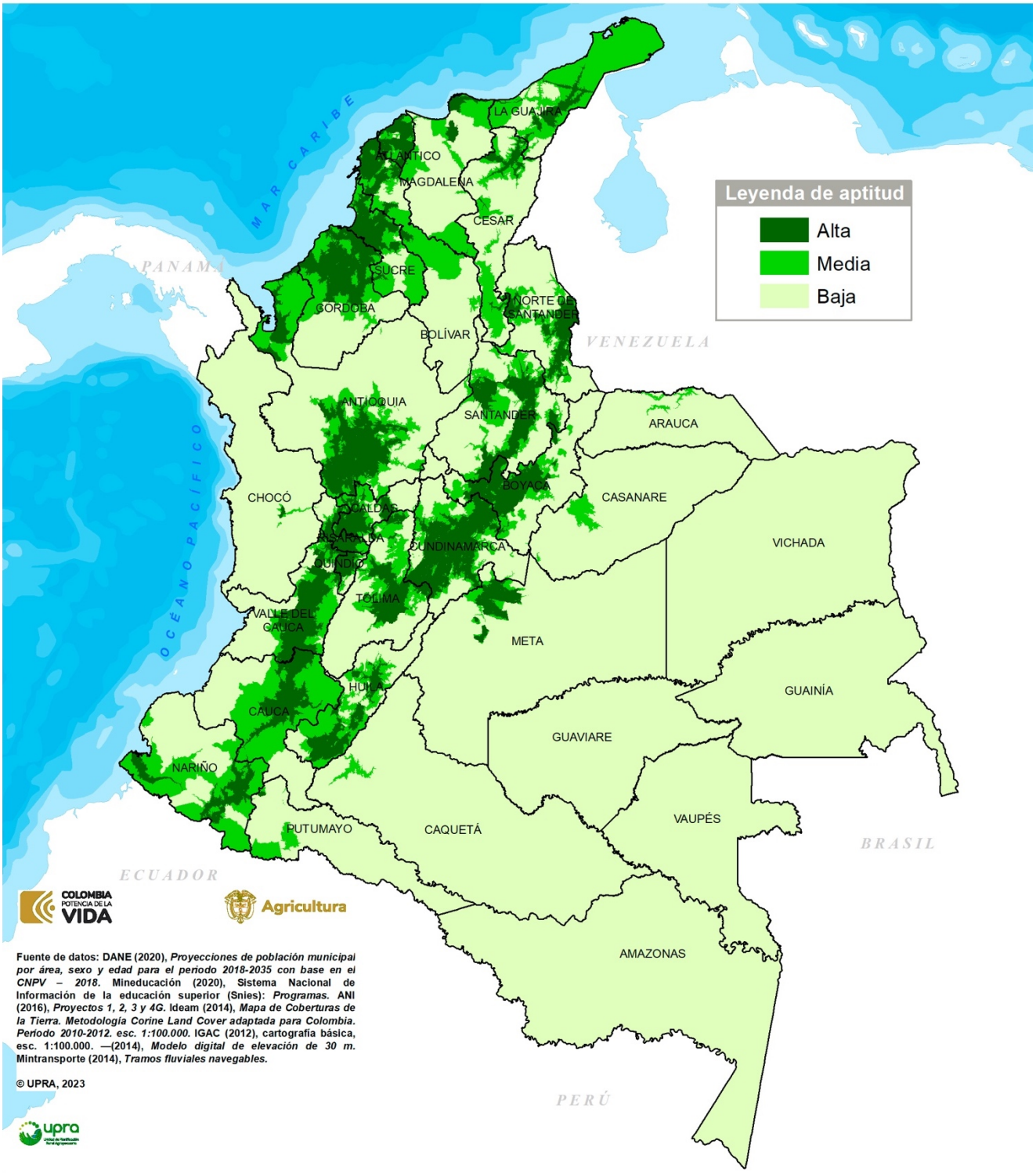
DNP. (2020). *Portal Territata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Mineducación. (2020). - Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies).

Mintransporte. (2014). Tramos red vial nacional y departamental. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA

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 DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: *DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA*		
VARIABLE: *densidad de la poblaciónl rural en edad de trabajar*	UNIDAD DE MEDIDA: número de habitantes rurales en edad	
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 ovinos. El rango etario 10-62 años responde a la disponibilidad de información por edades simples, que busca medir los habitantes que se consideran en capacidad de trabajar según las series de población proyectadas por el DANE (2020). Este valor se contrasta 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 por kilómetro cuadrado en la zona rural y la aptitud productiva del municipio, puesto que, con esta medición, se obtiene una aproximación a la capacidad potencial del suministro de mano de obra ante posibles iniciativas productivas localizadas en el territorio. Los 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, los municipios con bajos niveles de población rural en edad de trabajar y en 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. Esto 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 la educación o al trabajo del hogar, o que presentan condiciones especiales de discapacidad que limiten la capacidad productiva. Adicionalmente, no se cuenta con la posibilidad de distinguir a los individuos que no ofrecen su fuerza laboral por vivir de rentas o pertenecer a un régimen pensional que aún en su fase de vida productiva les permita recibir ingresos sin ofrecer mano de obra. Más limitante resulta aún, en el caso de la explotación de ovinos, no poder establecer el nivel de interés real de los individuos en vincularse como modo de vida. Ahora bien: la distinción urbana y rural de la población por residencia no excluye la posibilidad de que la población ofrezca su capacidad productiva en la zona rural cuando vive en el casco urbano o que, viviendo en la zona rural, se desplace al casco urbano para trabajar (conmutación), incluso con la posibilidad de un desplazamiento a otro municipio cercano.

Para el análisis de la variable, un limitante analítico fue el supuesto según el cual la población en edad de trabajar está distribuida dentro del total de la población municipal de la misma manera tanto para el territorio rural como para el urbano. El anterior supuesto permite estimar el porcentaje de población rural en edad de trabajar en cada municipio. 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 este supuesto no se cumple.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. La fuente para la estimación de la población rural en edad de trabajar ($PET_{10\text{-}62}$) provino de las proyecciones de población municipal por área, sexo y edad, con base en Censo nacional de población y vivienda del DANE, año 2018. La información se procesa considerando hombres y mujeres entre los 10 y los 62 años; habitantes de centros poblados y áreas rurales dispersas, que se suman para estimar la población municipal rural en edad de trabajar. Este

resultado es dividido por el área territorial del municipio reportada por el DANE y consolidada por el DNP en el portal TerriData.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se realizó un análisis de consistencia en la que se observó la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se ordenó de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el método de Tukey, que consiste en señalar como atípico el dato cuyo rango intercuartílico se encuentra 1,5 veces por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir: un dato es atípico si se encuentra por fuera del siguiente intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil, respectivamente, de la distribución de los datos 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, se decide utilizar el método de *k*-medias.

Clasificación de los municipios por aptitud. 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 de ovinos, en los que se se partió de la información del 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* (Buelvas, 2008), en el que se proyecta que la empresa genera 980 jornales en el primer año, lo equivalente a cuatro personas diarias en promedio, en un área de 20 hectáreas, con 180 carneras, sus crías, siete carneros reproductores y 38 borregos de levante. De esta manera, se estima que (980/365)/20 = 268/20 = 0,1342 jornales hectárea día.

La información se pasó a la escala de kilómetros cuadrados y se concluyó que la explotación ovina demanda 13,42 personas por kilómetro cuadrado. Este punto de corte es el que definió 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 indica la necesidad de utilizar el método *k*-medias. Éste, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *intercluster*, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si *d*(*i,j*) es mayor a *d*(*i,k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro: número de grupos, definido, en este caso, en 2 para las

aptitudes media (A2) y baja (A3); 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 k*-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor, según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y la supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) De manera inicial, el total de datos disponibles se divide en dos grupos. Seguidamente, 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;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna, es decir, la suma de las distancias de los datos de su centroide, se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (2) y se suman los valores para todos los datos del *cluster*;

d) Se asigna cada elemento al *cluster* cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) 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 *k*-medias considera una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integrado por datos extremos (*outlier*); comparar dos conjuntos de *cluster* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y 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 por criterios internos y externos que aporten información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza, o criterios internos generados a partir de los propios datos, como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre cada *cluster* (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento para la variable *densidad de la población rural en edad de trabajar*, el resultado arrojó tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedaron definidos de la siguiente manera: *aptitud alta* (A1) para los municipios con más de 13,41 habitantes rurales en edad de trabajar por kilómetro cuadrado; *aptitud media* (A2) para los municipios con entre 6,9 y 13,41 habitantes rurales en edad de trabajar por kilómetro cuadrado; *aptitud baja* (A3), para los municipios con menos de 6,9 habitantes rurales en edad de trabajar por

kilómetro cuadrado. 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 óptimo en la disponibilidad de trabajadores por kilómetro cuadrado y después de aplicar la metodología de agrupamientos de variables socioeconómicas por el método *k*-medias para los datos que no cumplieron con la condición. Los resultados de estos agrupamientos fueron los siguientes:

Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km^2	Aptitud
>13,41	Alta (A1)
6,90-13,41	Media (A2)
<6,90	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Número de habitantes rurales en edad de trabajar por kilómetro cuadrado.

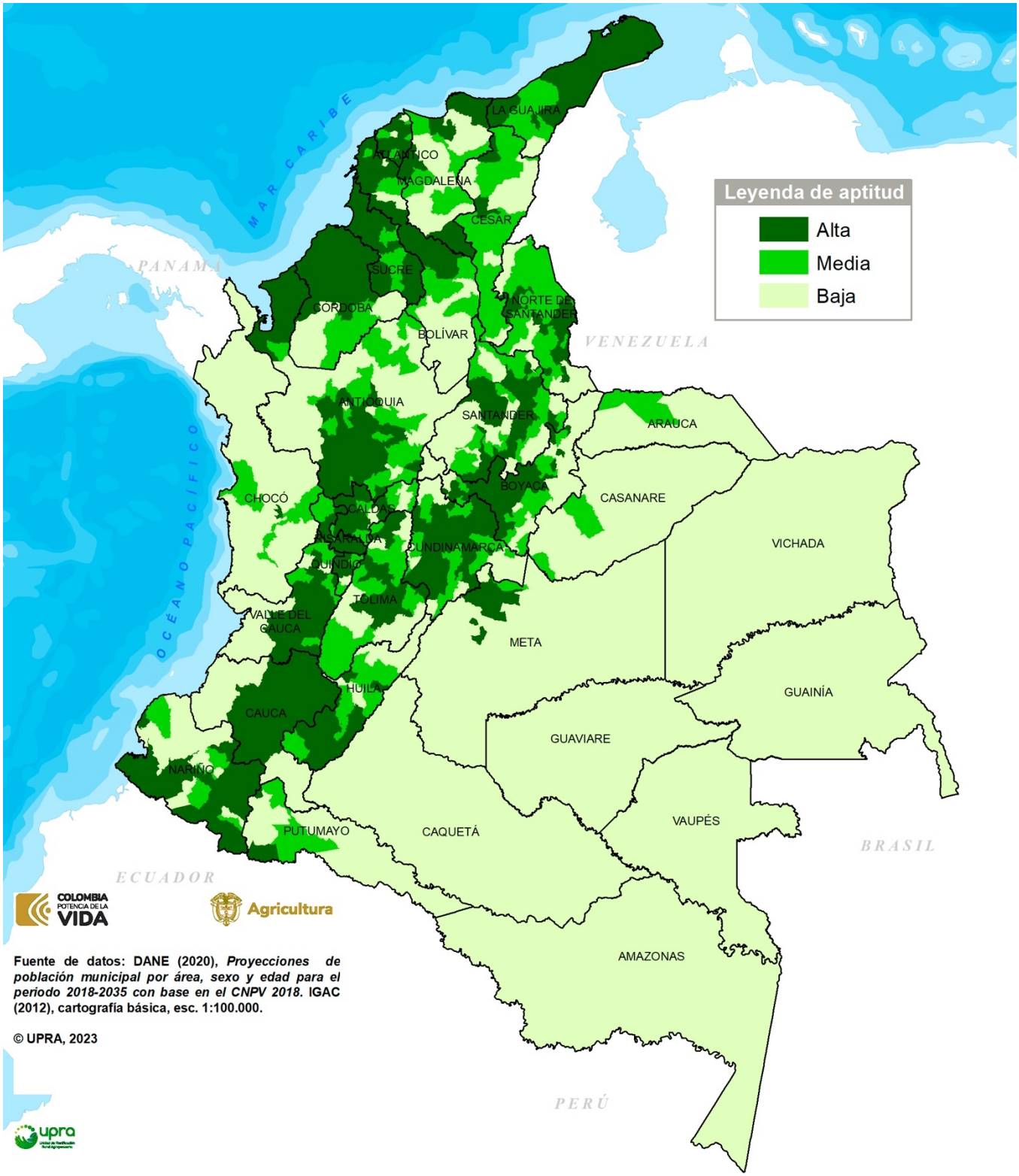
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Proyecciones de población municipal por Area, 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,

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA
Variable densidad poblacional rural en edad de trabajar

3.3.2. Variable *oferta educativa técnica y tecnológica*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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	
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 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 (SENA, 2020).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite a la población acceder a programas de formación técnica y tecnológica para elevar sus competencias y productividad laboral. La educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, particularmente, la capacitación y la formación para el trabajo a nivel técnico y tecnológico que, 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 conocimientos técnicos y tecnológicos que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción ovina. Por lo tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y a la facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel técnico y tecnológico en áreas relacionadas con la actividad pecuaria, en general, y con la actividad ovina, 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, lo que potencia las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad municipal.

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 el tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, tamaño, capacidad de atención de estudiantes y, sobre todo, la calidad, el prestigio y el nivel de formación impartidos a los estudiantes. Esto implica que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que respondan a otras lógicas e intereses. Estas dimensiones no están siendo medidas con esta variable, dada la disponibilidad de información actual.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Programas académicos ofertados relacionados con la producción pecuaria por municipio, reportados en el SNIES del Ministerio de Educación. Se tiene en cuenta la totalidad de programas relacionados con las áreas pecuarias con formación técnica y tecnológica, para lo cual se filtran 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.
- Tecnologia en Agropecuaria Ambiental.
- Tecnologia en Gestión Agropecuaria.
- Tecnología en Gestión de Empresas Agropecuarias.
- Tecnología en Gestión de Insumos Agropecuarios.
- Tecnologia en Producción Agropecuaria.

- Tecnología en Producción Agropecuaria Ecológica.
- Tecnologia en Producción y Gestión Agropecuaria.

Se construyó una base de datos en la que se identificaron los municipios donde, al menos, exista un programa activo. Partiendo del casco urbano, se estimaron las isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud. La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres sus pendientes, dada la influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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. 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 formación técnica o tecnológica vinculados a la actividad productiva pecuaria, sobre los que se construyen las isócronas.

Clasificación por aptitud. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se defineron 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: con *aptitud alta* (A1), los desplazamientos de menos de una hora; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos de entre una y dos horas; *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de 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 en horas	Aptitud
<1	Alta (A1)
1-2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

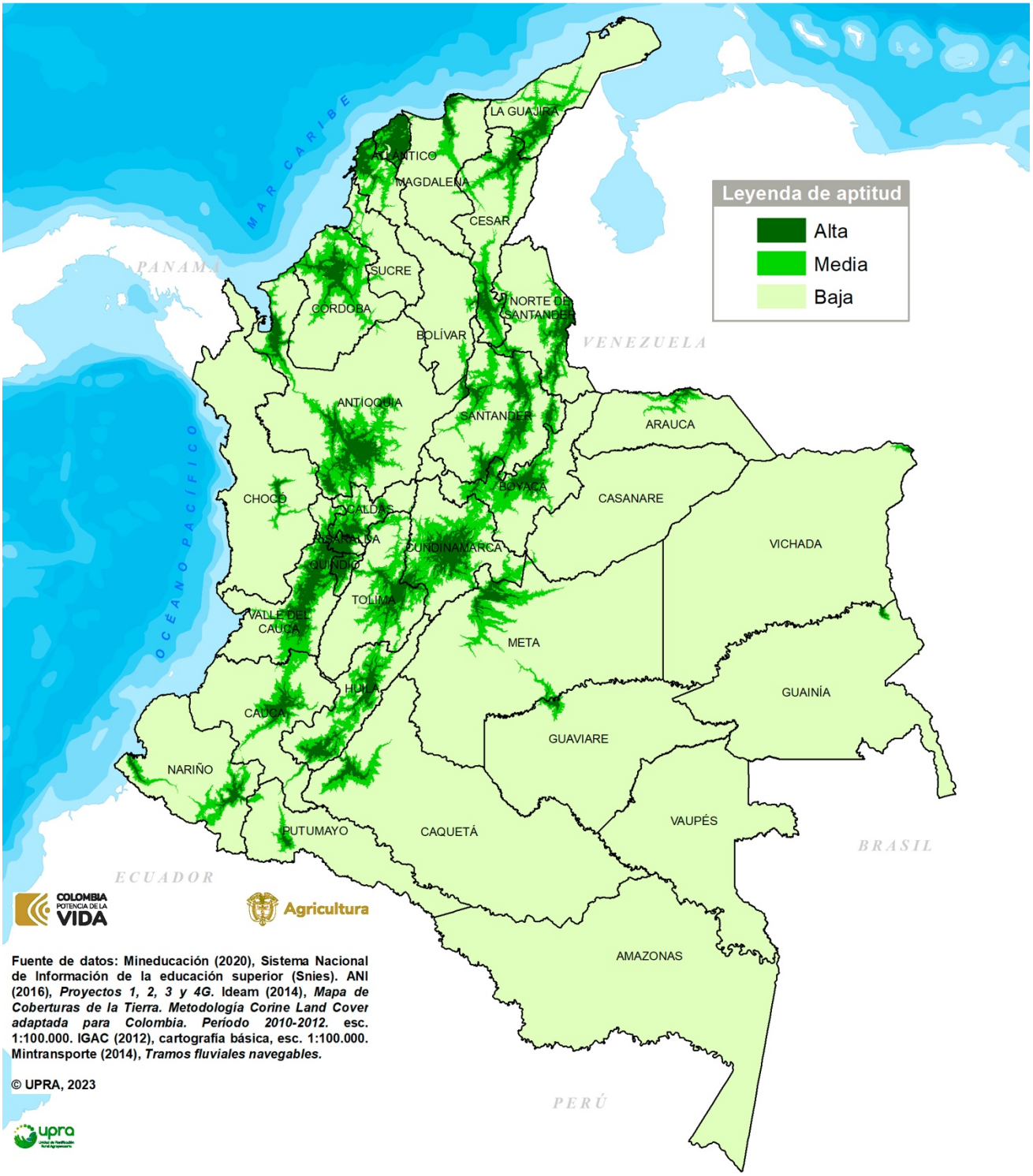
Mineducación. (2020). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2020. Bogotá: Mineducación.

Mintransporte. (2014). Tramos red vial nacional y departamental. Bogotá: Mintransporte.

_. Vías 4G. (2014). Bogotá: Mintransporte.

SENA. (2020, Agosto). Programas en educación superior técnica SENA y tecnológica. Recuperado de: https://www.senasofiapluseduco.com/programas-en-educacion-superior-tecnica-sena/

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA
Variable oferta educativa técnica y tecnológica

3.3.3. Variable *oferta educativa universitaria*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: *DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA*		
VARIABLE: *oferta educativa universitaria*	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento	
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 Zo
otecnia) que facilitan la formación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio (Consejo Profesional de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de Colombia [COMVEZCOL], 2020).

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, particularmente, la formación a nivel universitario como una de sus expresiones, que se enfoca no sólo en la construcción de procesos, sino también en la sistematización de las experiencias, indagación y conceptualización, con 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 conocimientos para la dirección de equipos de trabajo y resolución de problemas que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción ovina. Por lo tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y la 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, pues potencia 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 el tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, el tamaño, la capacidad de atención de estudiantes y, sobre todo, la calidad, el prestigio y el nivel de formación impartidos a sus estudiantes. Esto implica que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que respondan a otras lógicas e intereses. Estas dimensiones no están siendo medidas con esta variable, dada la disponibilidad de información actual.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Programas académicos ofertados a nivel universitario y relacionados con la producción pecuaria por municipio, reportados en el SNIES del Ministerio de Educación. Se tuvieron en cuenta los programas universitarios de Zootecnia, Medicina Veterinaria y Medicina Veterinaria y Zootecnia, para lo cual se filtraron los programas activos para el año 2020. De etse modo, se construyó una base de datos en la que se identificaron los municipios donde, al menos, existe un programa activo. Partiendo del casco urbano se estimaron las isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud. La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y sus pendientes, dada la influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para el año 2014. Los tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas fueron los siguientes:

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. 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.

Clasificación por aptitud. Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron 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 fueron los siguientes: con *aptitud alta* (A1), los desplzamientos de menos de una hora; con *aptitud media* (A2), los desplazamientos de menos de entre una y dos horas; con *aptitud baja* (A3), los desplazamientos de 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 competitiva alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
<1	Alta (A1)
1-2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tiempo de desplazamiento (horas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

COMVEZCOL. (2020). Concejo profesional de Medicna Veterinaria y de Zootecnia de Colombia. Obtenido de https://consejoprofesionalmvz.gov.co/

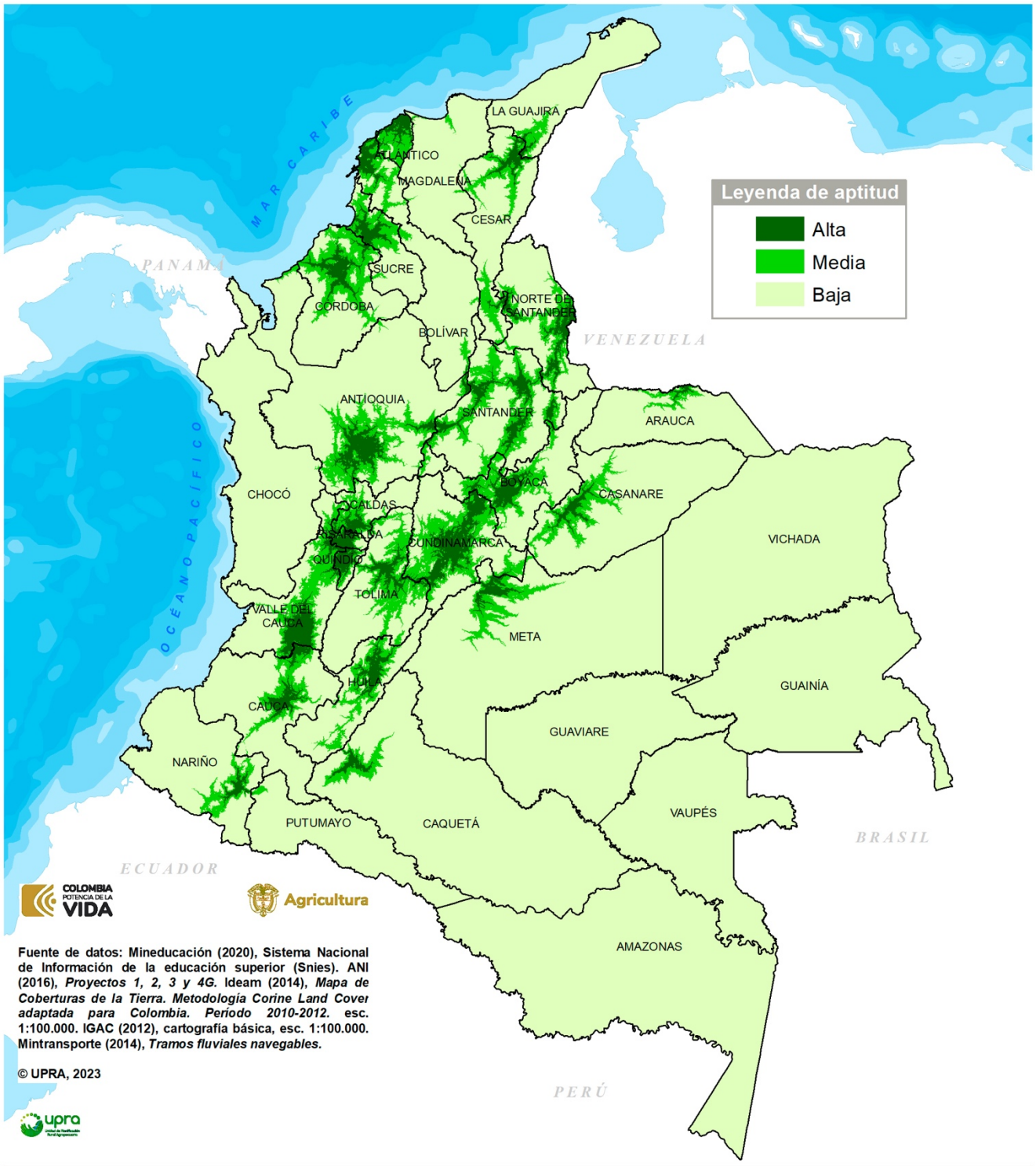
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Mineducación. (2020). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2020. Bogotá: Mineducación.

Mintransporte. (2014). Tramos red vial nacional y departamental. Bogotá: Mineducación.

_. Vías 4G. (2014). Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD MANO DE OBRA
Variable oferta educativa universitaria

3.4 Criterio *dinámica del mercado de tierras*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 por hectárea.

Arriendo rural, expresado en pesos por hectárea.

Tendencia a la formalidad, expresada en predios.

DEFINICIÓN

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” (artículo 5, Resolución 128 de 2017, MADR). Este criterio expone la situación de los municipios en torno a la dinámica de la tierra desde cuatro variables que permiten comprender la capacidad y limitantes de la tierra, para la producción agropecuaria, en especial, para el desarrollo de la producción ovina. Muestra 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 con el fin de focalizar las posibles inversiones en acceso a la tierra para en el sector de ovinos.

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. Orienta a un nuevo actor sobre las posibilidades de acceso a la 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, con lo cual se evita la eventualidad de incurrir en mayores costos de acceso a la tierra para desarrollar su actividad.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En Colombia 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 hasta el año 2019, parte de información desactualizada en la mayoría de los municipios. Así mismo, la desactualización de los datos catastrales 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 de la Superintendencia de Notariado y Registro, la Agencia Nacional de Tierras y la Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas. Igualmente, se limita por la existencia de zonas del país donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral, por lo que 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 rural*	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, como se muestra a continuación:

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			

Haciendo uso del programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios y con las categorías de aptitud, para cada una de las cuales se asignó el valor así de alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se observa en la siguiente tabla:

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

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 competitiva alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Tamaño predial rural	Predios	>20 y <60	5-20	<5 y >60
Avalúo catastral rural	Pesos/ha	<5 millones	5-15 millones	>15 millones
Arriendo rural	Pesos/ha	<500.000	500.000-1.000.000	>1.000.000

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

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.

ANT. (2019). Títulos formalización, baldíos adjudicados, predios privados formalizados, inventario predios baldíos, predios ingresados al fondo de tierras, formalización de procesos en general. Bogotá: ANT.

Catastro Distrital Bogotá. (2016). Información predial jurídica, física y económica.

_ (2019). Información predial jurídica, física y económica.

DANE. (2019). SIPSA. Sistema de información de precios. Datos de arriendo para actividades pecuarias. Bogotá: DANE.

Gobernación de Antioquia. (2019). Predial Rural Antioquía.

IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2016). Base catastral, Registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.

_. (2019). Base catastral, Registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.

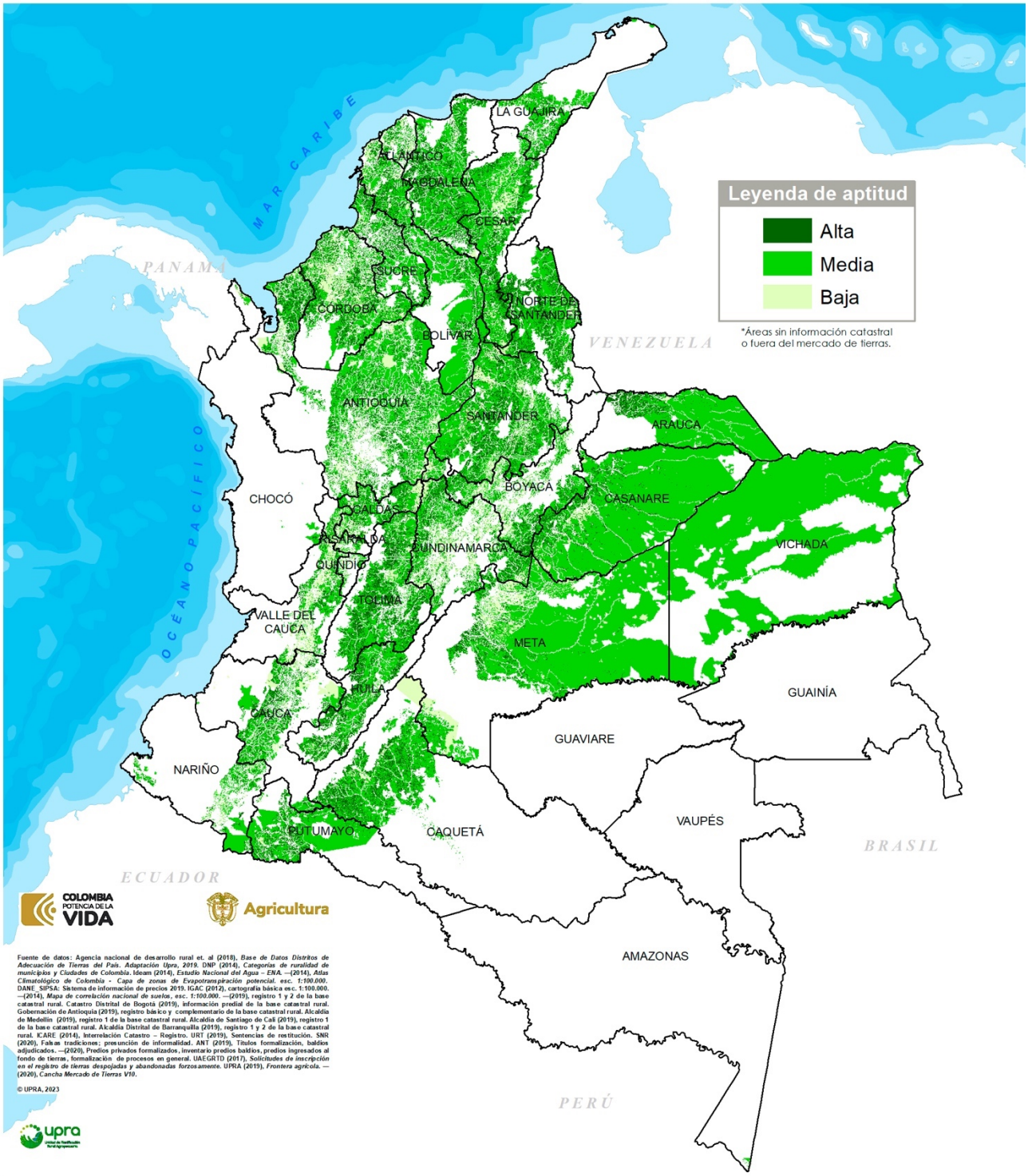
Minagricultura. (2017). Resolución 128 de 2017. Recuperado de: < https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/POL%C3%8DTICA+DE+ORDENAMIENTO+PRODUCTIVO+Y+SOCIAL+DE+LA+PROPIEDAD+RURAL+%28RESOLUCI%C3%93N+128+DE+2017+DEL+MADR%29/af61b286-7e3e-447e-aebd-5c892b5bb407>

SNR. (2020). Falsas tradiciones, presunción de informalidad. Bogotá: SNR.

UAEGRTD. (2017). Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente. Bogotá: UAEGRTD.

UPRA. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias -V10. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS

3.4.1 Variable *tamaño predial rural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS*		
VARIABLE: *tamaño predial rural*	UNIDAD DE MEDIDA: predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el rendimiento y las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva. Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se consideró el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente y con información predio a predio del ámbito rural.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La variable es importante porque permite que un nuevo actor o uno que tiene tierra insuficiente pueda evidenciar en dónde los tamaños prediales podrían ser apropiados para el desarrollo de la actividad productiva y en dónde se dificultaría o tendría que buscar otras formas para acceder al tamaño predial requerido. Dada la forma extensiva del desarrollo de la actividad a mayor extensión del predio, se mejoran las condiciones de competitividad de esta actividad pecuaria.

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).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC y catastros descentralizados, que en muchos municipios del país estan desactualizadas y en 84 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

Precisiones 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.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta las áreas mínimas productivas, representativas del actual desarrollo de la actividad, para lo cual se contó con el concepto de profesionales vinculados al proceso productivo y de expertos, quienes definieron un área mínima necesaria para producir dos salarios mínimos mensuales legales vigentes y un área máxima que pretende enmarcar una producción competitiva. Para ambos casos, se asumió el supuesto del desarrollo únicamente de la actividad ovina. Con el análisis de las bases prediales en las que se reportan los inventarios de ovinos, se buscó evidenciar la representatividad de los tamaños, para la que, soportada en bibliografía, se realizó la propuesta de integración de toda la información consultada para proponer las tres categorías de aptitud.

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, para lo cual se clasificaron estos predios con *aptitud baja* (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco para facilitar la lectura del usuario. Estos condicionamientos legales permiten establecer dónde 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. Para ello, se definieron las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias y a todos los espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias, 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 tuvieron en cuenta las zonas urbanas, que, si bien sí 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 Rrgional
Áreas arqueológicas
AMEM preservación: áreas de manejo especial de La Macarena, Meta
Reservas forestales de la Ley 2, categoría A
Páramos
Bienes de uso público
Restricciones locales
Reservas forestales protectoras

Clasificación por categoría de aptitud. El tamaño de los predios rurales se definió de acuerdo con los siguientes rangos de aptitud: *aptitud alta* (A1) para los tamaños mayores a 20 hectáeas; y menores a 60; *aptitud media* (A2), para los tamaños entre 5 y 20 hectáreas; *aptitud baja* (A3) para los tamaños menores a 5 hectáreas y mayores a 60. Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Predios (ha)	Aptitud
>20 y <60	Alta (A1)
5-20	Media (A2)
<5 y >60	Baja (A3)

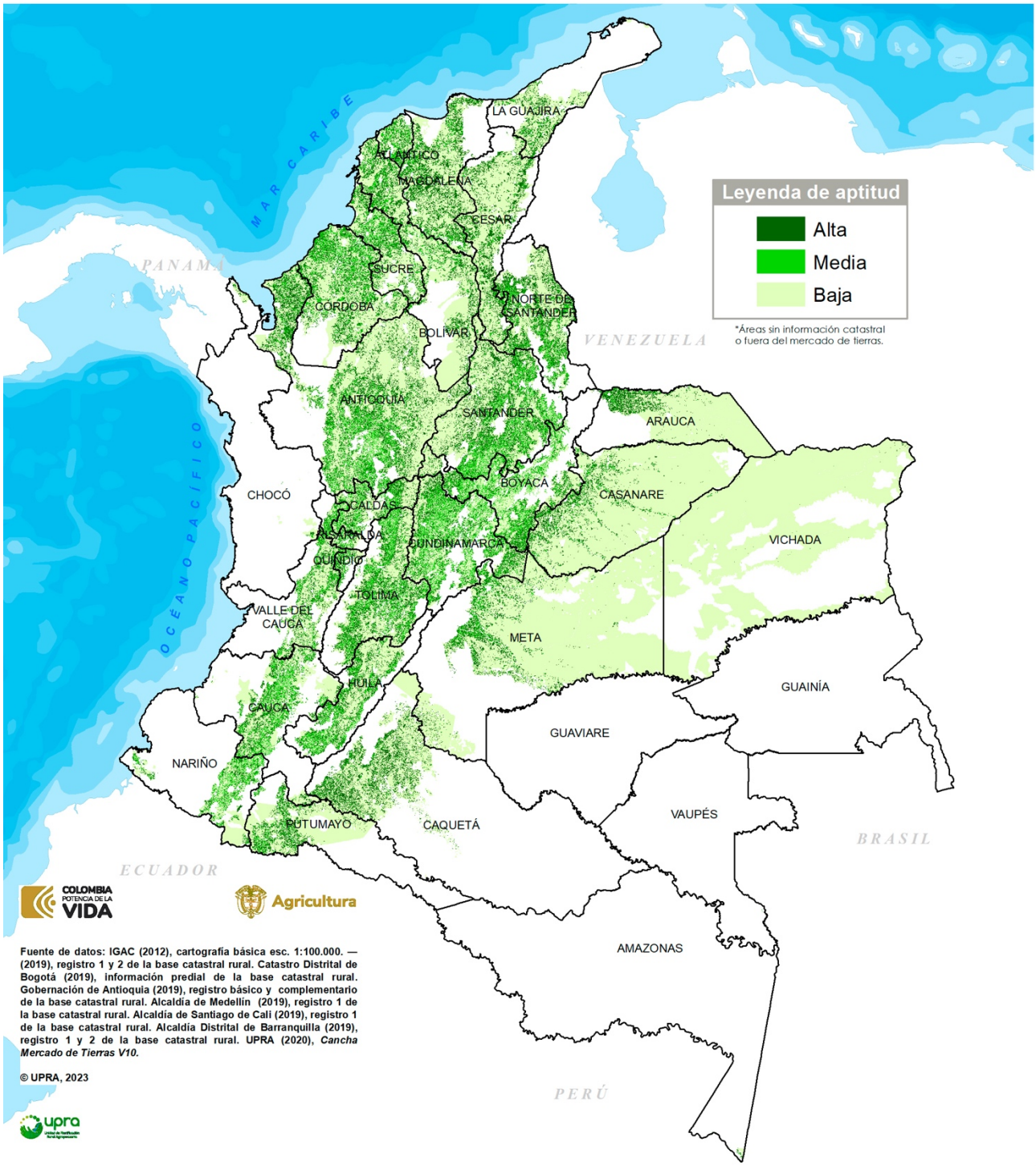
UNIDAD DE ANÁLISIS

Predios (en hectáreas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2019). *Base de datos catastral*.
Catastro Distrital de Bogotá. (2019). *Información predial jurídica, física y económica*.
Gobernación de Antioquia. (2019). *Información Predial Rural Antioquía*.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2019). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
UPRA. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable tamaño predial rural

3.4.2. Variable *avalúo catastral rural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS*		
VARIABLE: *avalúo catastral rural*	UNIDAD DE MEDIDA: pesos/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 define por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2019). 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 permitirá a un productor ampliar su margen de competitividad. Por el contrario, los altos precios de la tierra originan barreras a la actividad productiva porque la inversión inicial es más exigente, pues genera mayores costos de transacción y de oportunidad, así como mayores pagos por impuestos.

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, Colombia no cuenta con información compilada de precios comerciales del suelo a nivel nacional, por lo que se deben utilizar como un *proxi* de ésta los avalúos catastrales, que, si bien es cierto que no pueden dar una información directa de precios, sí muestran una tendencia. La UPRA,

al año 2020, ha contado con precios comerciales de referencia a 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.

La relación monetaria entre el valor catastral y el precio comercial es difícil de determinar, ya que en los municipios del país no hay información precisa del porcentaje de adopción de uno u otro. Al mismo tiempo, los avalúos catastrales rurales en su mayoría están desactualizados, lo que genera mayores brechas entre los datos. Sin embargo, el valor catastral sí indica una tendencia del precio comercial, es decir: muestra dónde puede ser más costoso y dónde 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 ende, 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

Precisiones de la información. La determinación del valor catastral por hectárea se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno, pero se obviaron los valores de construcción, partiendo del supuesto según el cual para los predios rurales agropecuarios tiene un peso muy bajo. 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 2019 a través de un índicie departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Con el fin de identificar el precio más favorable y el máximo que un productor de carne ovina está en condición de pagar por acceder a tierra a través de la compra, se procedió a agrupar la información de avalúos catastrales por hectárea y predios con inventario de ovinos en los rangos establecidos para el mapa nacional de avalúos catastrales de la UPRA, a partir de lo cual se identificó la mayor representación en cada uno de ellos y se definieron los cortes preliminares para esta variable, validados mediante una encuesta realizada a productores y con apoyo del gremio. Adicionalmente, se consultaron expertos inmobiliarios y se realizaron pequeños sondeos del mercado inmobiliario actual. Ya que esta información fue expresada en precios comerciales, para poder comparar se tomó un porcentaje de correspondencia nacional entre los mismos del 60 %, con el apoyo en lo indicado en el Decreto 148 de 2020, artículo 2, como se puede observar en la siguiente tabla:

Rangos de avalúos del mapa nacional

	Menor a 0,5
	Entre 0,5 y 1
	Entre 1 y 5
	Entre 5 y 10
	Entre 10 y 15
	Entre 15 y 20
	Entre 20 y 25
	Entre 25 y 30
	Entre 30 y 35
	Entre 35 y 40
	Entre 40 y 50
	Entre 50 y 60
	Entre 60 y 70
	Entre 70 y 80
	Entre 90 y 100
	Mayor a 100

Clasificación por categoría de aptitud. Basándose en los análisis anteriores de la información, se establecieron los rangos propuestos de aptitud. Con el fin de evidenciar a partir de la información la presión que ejercen en el precio de la tierra los usos distintos a los agropecuarios que se desarrollan en zonas rurales reglamentadas en los planes de ordenamiento territorial de cada municipio, se sumaron a la clasificación de aptitud baja (A3) todos los predios que en las bases catastrales tienen los atributos de destino y uso, como se muestra en la siguiente tabla:

a. Predios rurales en propiedad horizontal (pH y condominio)
b. Predios rurales con destino económico industrial, comercial y recreacional
c. Predios rurales cuyas construcciones tengan uso de bodegas comerciales, hoteles en propieda horizontal, comercio, hoteles, clubes-casinos, pensiones y residencias, centros comerciales y vivienda recreacional

Para 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 se clasificaron con aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario. Estos condicionantes legales permiten establecer dónde 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 agropecuarias 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 tuvieron 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
AMEM preservación: áreas de manejo especial de La Macarena, Meta
Reservas forestales de la Ley 2, categoría A
Páramos
Bienes de uso público
Restricciones locales
Reservas forestales protectoras

Es importante recalcar que los valores catastrales por hectárea de los predios de las zonas rurales del país no corresponden al precio comercial y, generalmente, están distantes del mismo, razón por la cual a la información consultada con gremios, productores e inmobiliarios se le aplica un índice de adopción del 60 % para poder analizarla con respecto a la información de avalúos catastrales.

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), como se muestra a continuación:

Pesos/ha	Aptitud
<5 millones	Alta (A1)
5-15 millones	Media (A2)
>15 millones	Baja (A3)

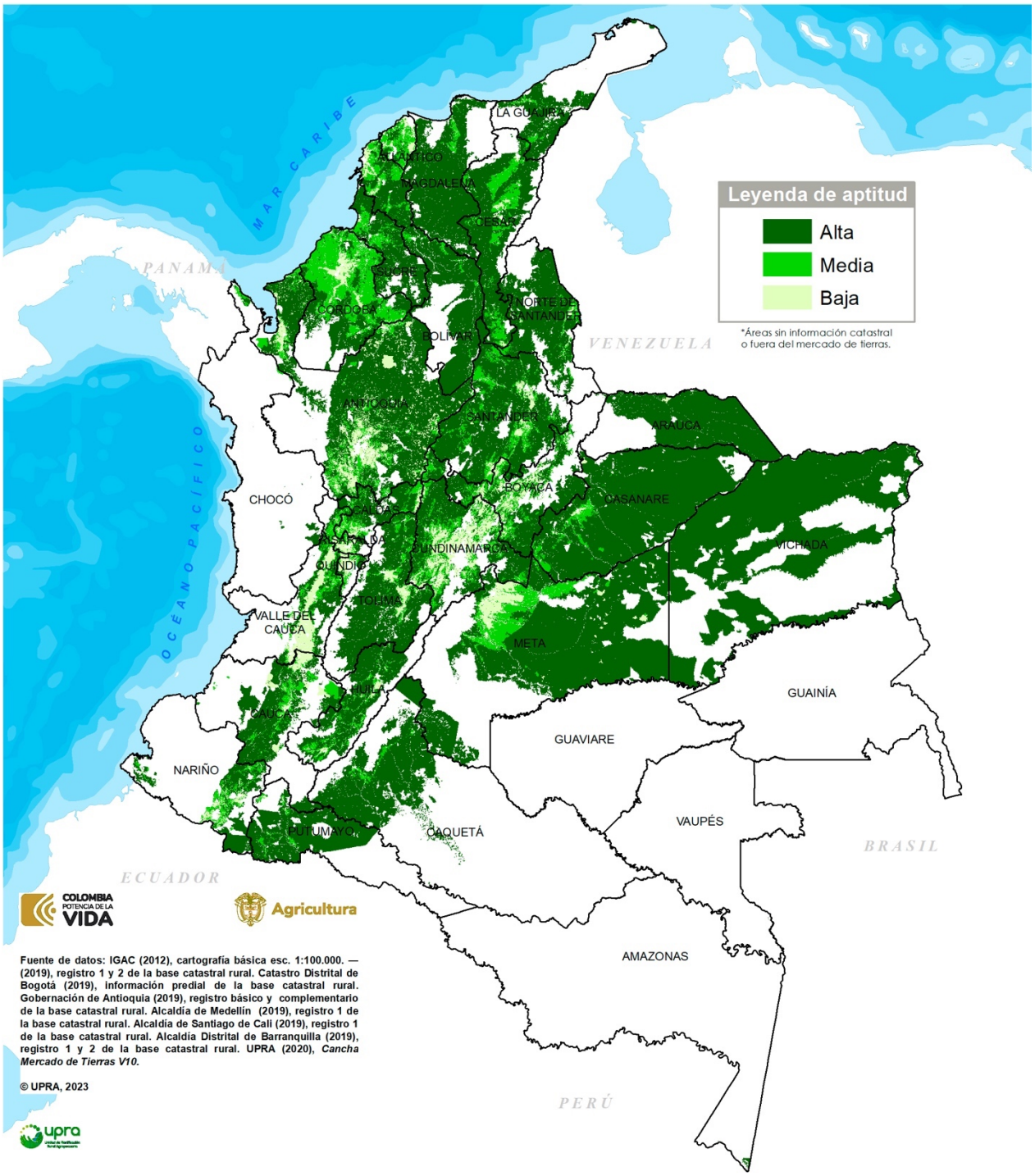
UNIDAD DE ANÁLISIS

Pesos por hectárea.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.
Catastro Distrital de Bogotá. (2019). Información predial jurídica, física y económica.
Congreso de la República. (2011). Ley 1450 de 2011. Artículo 24.
DANE. (2020). Decreto 148 de febrero de 2020. Bogotá: DANE.
Gobernación de Antioquia. (2019). Predial Rural Antioquía.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2019). Base Catastral, Registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.
_. (2019). Zonificación de la gestión catastral, actualización rural 2017. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley. Bogotá: IGAC.
Minagricultura. (2017). Resolución 128 de 2017, Artículo 5, numeral 6. Bogotá: Minagricultura.
UPRA. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V10. Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable avalúo catastral rural

3.4.3 Variable *arriendo rural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS*		
VARIABLE: *arriendo rural*	UNIDAD DE MEDIDA: pesos/ha	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Valor del 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 (DANE, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite estimar el valor del uso del suelo como factor de costos para el desarrollo de la actividad de producción de los ovinos. El arriendo tiene gran importancia dentro del desarrollo de la actividad productiva, ya que facilita el acceso a la tierra y evita realizar grandes inversiones en compra de predios para que los productores utilicen de manera permanente suelos descansados, libres de enfermedades y con buenas condicide acuerdo con sus necesidades.

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

En la actualidad, el país no cuenta con información organizada, georreferenciada y pública de cobertura nacional, sino que cuenta únicamente con la información de referencia de arriendos recogida por el DANE a través del SIPSA. Dentro de la información de factores de producción, presenta 4656 datos, ubicados en 146 municipios, que corresponden a 22 departamentos, levantados en el periodo 2013-2019. Esta cobertura es una de las mayores limitantes de la variable, en ausencia de más información relacionada con el tema.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información. El DANE tiene, como una de sus funciones, brindar información básica para la toma de decisiones en todos los sectores de la economía. De este modo, el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento (SIPSA) se encarga de brindar información no sólo sobre los precios mayoristas de los productos agroalimentarios que se comercializan en el país, sino también sobre los insumos y factores asociados a la producción pecuaria y el nivel de abastecimiento de alimentos en las ciudades.

Precisiones de la información. El método de recolección de la información del SIPSA se basa en el documento técnico *Metodología general sistema de información de precios y abastecimiento del sector agropecuario, SIPSA_P* (DANE, 2017).

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Dentro del proceso de supervisión y análisis de la información de SIPSA_P se cuenta con una serie de actividades y de acompañamientos aleatorios para detectar comportamientos especiales o atípicos que produzcan variaciones en la información de precios, con lo que se busca ejecutar y garantizar el control de calidad de la información. El comportamiento de la dinámica en arriendos muestra que, a mejor calidad de la tierra y menor disponibilidad a su acceso para ser arrendada, el canon tiende a ser mayor. Es decir: a menor oferta y mayor calidad de suelo, mayores precios de arriendo, comportamiento que no se relaciona directamente con el precio de la tierra, sino con la rentabilidad del producto para la cual se requiere.

Clasificación por aptitud. El proceso para la clasificación por aptitud se realizó de la siguiente manera: teniendo en cuenta que el arriendo para la producción de carne ovina es por mensualidades se tomó como base la información económica sobre los arriendos del SIPSA para el año 2019, con el fin de determinar el comportamiento del pago del arrendamiento para actividades pecuarias, expresado en año por hectárea. A través de la depuración de los datos, se construyeron rangos que permitieran varias opciones de agrupaciones en los tres rangos de aptitud para reflejar de la mejor manera el comportamiento específico para el arriendo de la producción de carne ovina. Estos rangos se clasificaron en alta (A1), media (A2) y baja (A3), cuya base fueron los valores de arriendo reportados en una encuesta realizada a productores de ovinos.

Acto seguido, se tomaron de la base del SIPSA todos los datos de arriendos para actividades pecuarias y se unificaron a hectárea por año. Posteriormente, se realizó el proceso de definición de rangos para todos los municipios reportados en SIPSA, curo resultado arrojó 18 rangos relacionados directamente con los datos reportados de pendiente y agua, los cuales se muestran a continuación:

Número	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 $3000.000	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 clasificaciones pertinentes. 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 (2014), de la siguiente manera:

Dato SIPSA	Clasificación final
Plano	Pendiente del 0 al 7, fases a-b
Plano inclinado	Pendiente del 7 al 12, fase c
Inclinado ondulado	Pendiente del 12 al 25, fase d
Quebrado pendiente	Pendiente mayor de 25, fases e-f-g

[1] La reclasificación de las pendientes mencionadas en la información original de SIPSA, se realizó con apoyo del experto de suelos del componente físico del grupo de Zonificación de la UPRA.

Para los datos relacionados con el agua, se realizó una equivalencia con la clasificación de aptitud del mapa de apropiación de agua para ovinos realizado por el equipo del componente socioecosistémico del grupo de evaluación de tierras territorial de la UPRA (2020), 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 son productores de ovinos, se realizó el vínculo a través de la información de región, subregión y categoría de ruralidad del DNP (2014). Con ello se buscó proyectar el dato económico del municipio conocido a otros de características semejantes y comparables con el que tiene la información económica de arriendo, como se muestra a continuación:

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 tenían ningún tipo de condicionante legal, información que fue tomada del mapa de *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V10*. El mapa se presenta únicamente para los municipios que actualmente tienen producción de ovinos, considerando la información de la variable existencia de inventario ovino del criterio infraestructura y logística. Para calificar la aptitud, se utilizaron los siguientes rangos:

Arriendo (pesos/ha)	Aptitud
<500.000	Alta (A1)
500.000-1.000.000	Media (A3)
>1.000.000	Baja (A3)

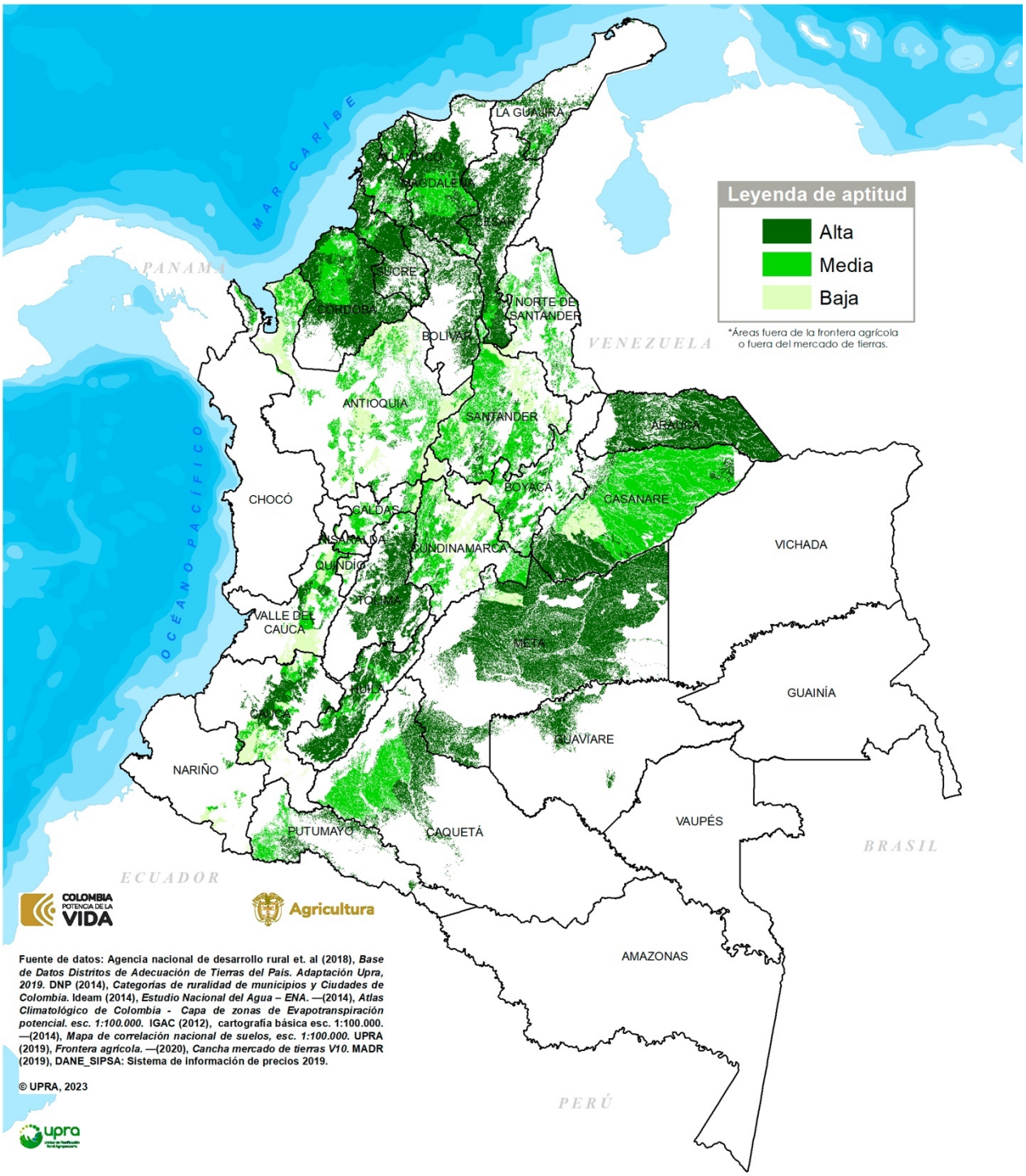
UNIDAD DE ANÁLISIS

Pesos por hectárea.

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2019). SIPSA, información de insumos y factores asociados a la producción pecuaria. Bogotá: DANE.
DANE. (2018). Censo nacional de población y vivienda. Recuperado de: https://www.dane.gov.co/
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.
Ideam. (2014). Atlas climatológico de Colombia_ Capa de zonas de Evotranspiración potencial. Esc.1:100.000. Bogotá: Ideam,
_. (2014). Estudio nacional del agua_ENA. Bogotá: Ideam.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2014). Mapa de correlación de suelos. Fases por pendiente. Bogotá: IGAC
UPRA. (2019). Frontera agrícola. Bogotá: UPRA.
_. (2020). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias¬ -V10. Bogotá: UPRA.
_. (2020). Mapa de la variable apropiación de agua anual para ovinos. Bogotá: UPRA

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable arriendo rural

3.4.4 Variable *tendencia a la formalidad*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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, de acuerdo con el principio constitucional del derecho a la propiedad privada. Sin embargo, "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 cuáles son los predios que podrían garantizar el derecho a la propiedad y cuáles pueden presentar algunas o muchas dificultades al suministrar información sobre la seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad, lo cual permite el acceso a los incentivos para invertir, al crédito ya los 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).

En este sentido, "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; (ii) la dificultad en el acceso o inequidad en la distribución de la tierra reduce la productividad en agriculturas rudimentarias" (Deininger, 2003,

como se citó en UPRA, 2015). Sin la propiedad jurídica sobre la tierra, los productores tienen poco o ningún acceso al crédito y servicios agropecuarios. La inestabilidad ocasiona la informalidad de la tenencia y potencia la vulnerabilidad, el riesgo y los conflictos sociales, económicos y políticos, especialmente, en las áreas rurales.

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

Existen zonas del país que aún no cuentan con procesos de formación catastral y no disponen de información, por lo cual los polígonos se representarán 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 2019, como se puede observar en la siguiente tabla:

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 para formalizar los derechos de propiedad; y la falta de interrelación entre el catastro y registro dificultan 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

Precisiones de la información. Existe un alto porcentaje de predios rurales que no tienen título de propiedad válido registrado. En otras palabras, «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). Las variables para determinar que los predios tuvieran una presunta formalidad fueron los siguientes:

a) Predios que en las bases tienen matrícula inmobiliaria y que no cumplen ninguna de las demás variables;

b) Predios que en la base catastral no poseen una matrícula inmobiliaria;

c) Predios identificados en la base catastral 2014 que no tienen interrelación catastro-registro;

d) Predios identificados con *mejoras en predio ajeno* dentro de la base catastral;

e) Predios identificados en la base 2014_IGAC y en la información entregada por SNR_2020 que están en falsa tradición;

f) Predios identificados como presuntos baldíos;

g) Predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

El argumento considerado para identificar dentro de la base catastral los predios con tendencia a ser informales se fundamentó en que presentaran alguna de las variables descritas en los numerales 2-7; mientras que, por exclusión, los primeros serían los que se pudieran considerar como presuntos formales.

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.

Clasificación por aptitud. Los cortes para los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta el criterio experto del grupo de formalización de la UPRA, el cual se adquirió 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 matrícula 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 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 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente, que evidencian inconvenientes jurídicos con su titulación y 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 seleccionó 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 — 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—, ya que tienen inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para volver a la formalidad. Luego, se seleccionaron los predios sin matrícula inmobiliaria y quedaron los que se presumen formales.

La dinámica del proceso de restitución de tierras, que consta de varias fases definidas en los 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 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente; los que tienen estado F (final) corresponden a aquellos que se encuentran en etapa judicial y ya cuentan con sentencia. Con el fin de mostrar los predios que permitieran 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 y se clasificaron estos predios como *aptitud baja* (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales permiten establecer dónde 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. Para ello se definen las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias como todos los espacios geográficos del país en los que, por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias, 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 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 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
AMEM preservación: áreas de manejo especial de La Macarena, Meta
Reservas forestales de la Ley 2, categoría A
Páramos
Bienes de uso público
Restricciones locales
Reservas forestales protectoras

Información jurídica de los predios	Aptitud
Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	Alta (A1)
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	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Predios.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.

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 de Bogotá. (2019). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. (2019). Predial rural Antioquia.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

_. (2014). Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición. Bogotá: IGAC.

_. (2017). Zonificación de la gestión catastral, actualización rural_2017. Bogotá: IGAC.

_. (2019). Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016. Bogotá: IGAC.

Superintendencia de Notariado y Registro (SNR). (2019). Falsas tradiciones. Bogotá: SNR.

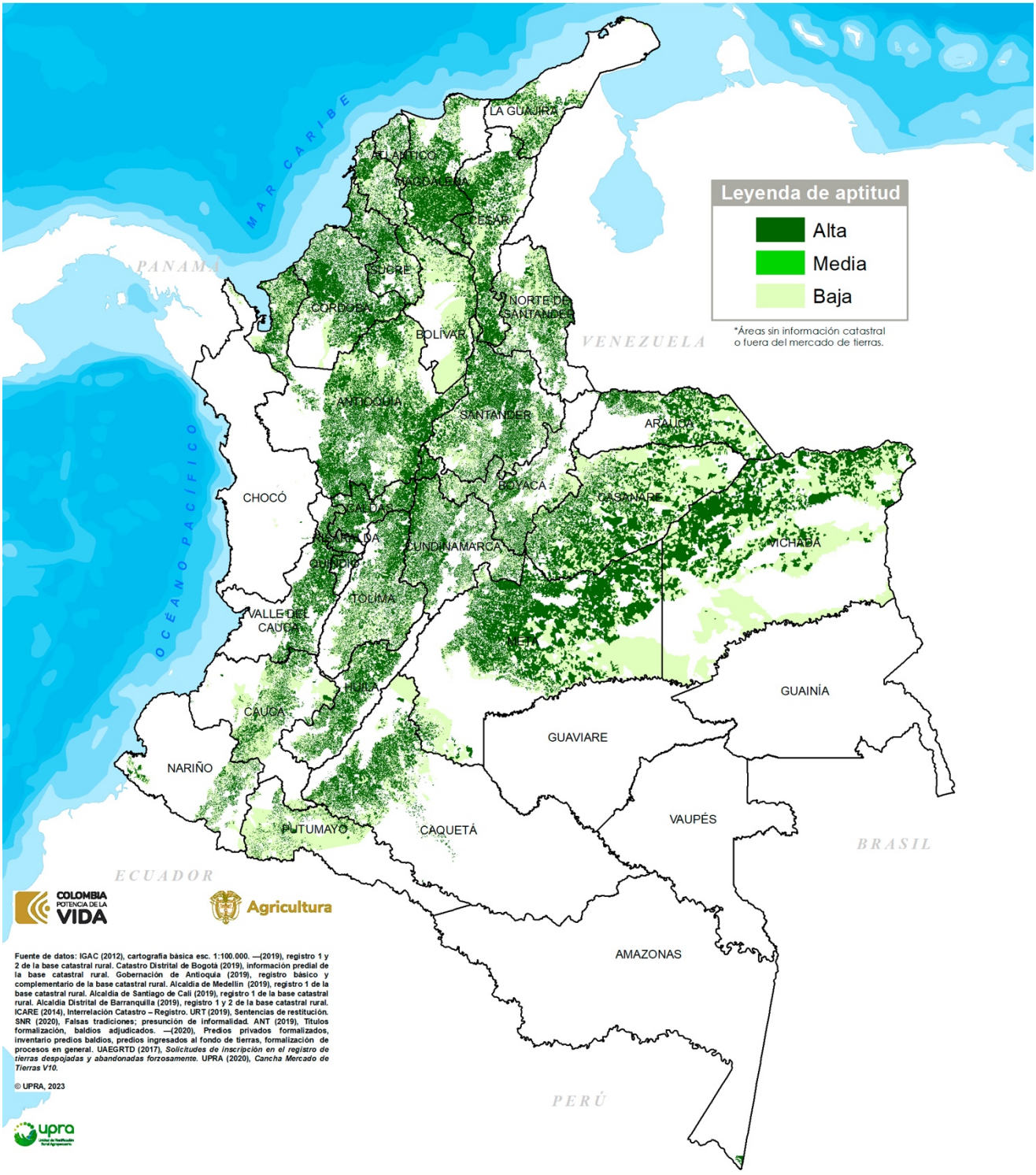
Unidad administrativa especial de gestión de restitución de tierras despojadas (URT). (2017). Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos).

_. (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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS
Variable tendiencia a la formalidad

3.5 Criterio *indicadores económicos*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INDICADORES ECONÓMICOS*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	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 como indicador MDM.

Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC), expresadas como municipios.

DEFINICIÓN

Muestra la focalización de incentivos tributarios y crediticios otorgados a las zonas más afectadas por el conflicto y a las que cuentan con áreas productivas de ovinos relativizados por importancia del sector pecuario y los resultados tanto de la gestión como del desempeño público municipal.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Muestra a los agentes económicos la relevancia de la actividad productiva pecuaria en los territorios y los beneficios recibidos por parte del Estado mediante exenciones tributarias y de la gestión pública municipal. Son parte del sector financiero que entrega créditos para la producción de ovinos, lo que condiciona la toma de decisiones de inversión al favorecer la viabilidad financiera de los proyectos productivos, el flujo de caja y la 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 actividad ovina 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, aunque 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 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 ovinos, así la actividad productiva principal del individuo fuese otra. El nivel de discriminación de la información impide distinguir el aporte de la producción de ovinos dentro del total del valor agregado pecuario, aunque se infiere importante dentro del sector primario de la economía de las zonas productoras. Sin embargo, éstas 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 más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)*
Indicadores económicos	*Créditos otorgados*	1			
	Valor agregado pecuario municipal	1	1		
	Desempeño municipal	1/5	1/3	1	
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	1/7	1/5	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables, como se muestra a continuación:

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			

Haciendo uso de programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipiosy con las categorías de aptitud, para cada una de las cuales se asignó el valor así de alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se puede observar en la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Indicadores económicos	*Créditos otorgados*	45,20
	Valor agregado pecuario municipal	36,60
	Desempeño municipal	12,40
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	5,80
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, así: alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra continuación:

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Créditos otorgados	Millones de pesos	≥100	<100	Sin créditos
Valor agregado pecuario municipal	Miles de millones de pesos	>13,58	6,18- 3,58	<6,18
Desempeño municipal	Indicador MDM	>55 puntos	45-55 puntos	<45 puntos
Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Municipios	Municipios declarados ZOMAC	Resto	—

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Cuentas Nacionales, indicador valor agregado municipal actividad pecuaria. Bogotá. Bogotá: DANE.

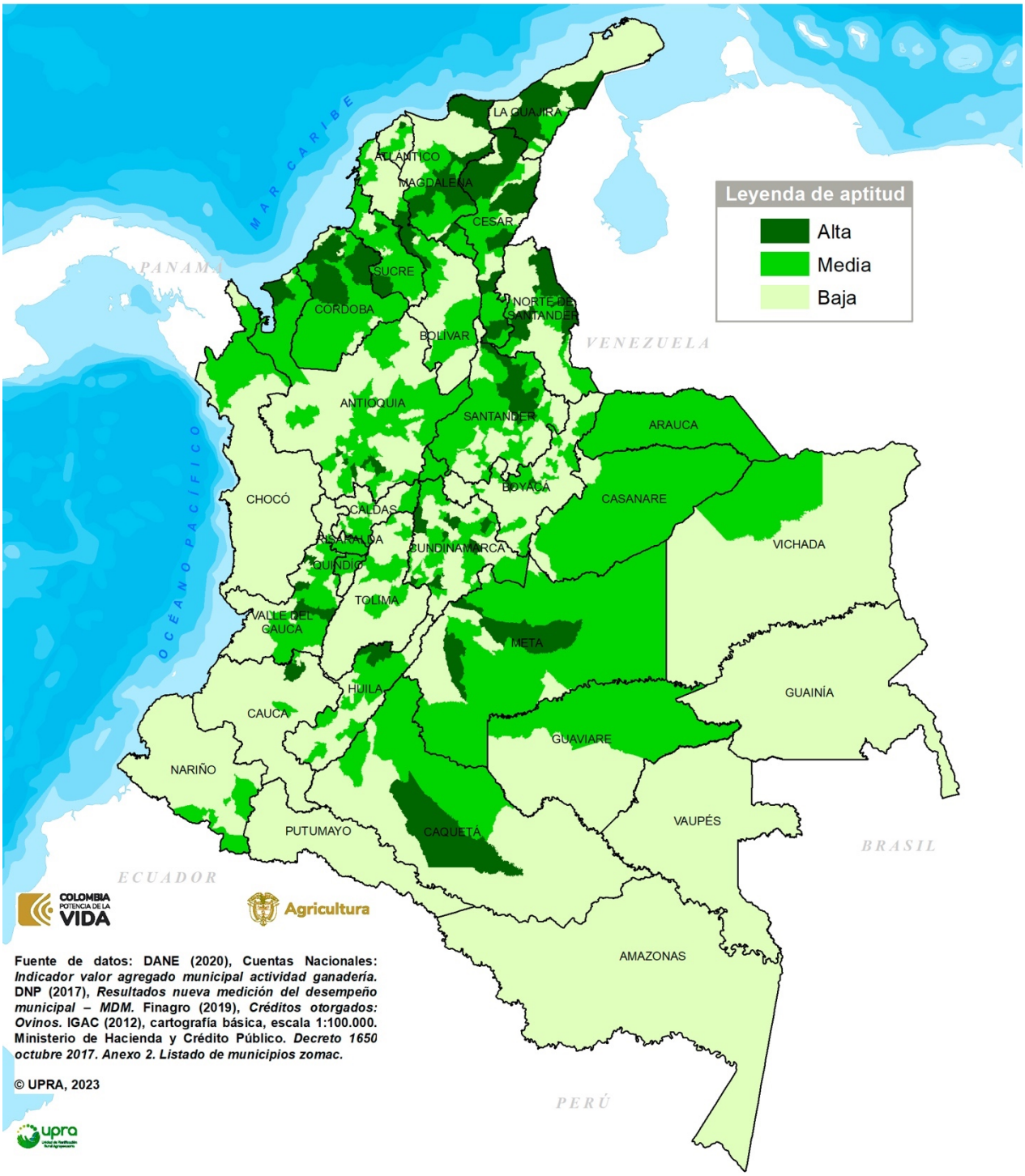
DNP. (2019). Resultados nueva medición de desempeño municipal. Bogotá: DNP.

Finagro. (2020). Creditos y seguros otorgados para ovinos 2015-2019 . Bogotá; Finagro.

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>

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

3.5.1. Variable *créditos otorgados*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INDICADORES ECONÓMICOS*		
VARIABLE: *créditos otorgados*	UNIDAD DE MEDIDA: millones de pesos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Valor a precios del año 2019 de los créditos otorgados desde el 2015 a nivel municipal para el desarrollo y mejora de la producción ovina. Están direccionados a personas naturales o jurídicas para construir o mejorar los procesos de producción o comercialización, colocados en condiciones preferenciales Finagro, a través de la banca comercial con presencia en los territorios y utilizados para apalancar capital de trabajo y proyectos de inversión. Las líneas especiales Finagro están subsidiadas en tasa de interés y respaldadas por efectos colaterales por el Fondo Agrícola 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 de carne ovina, lo que indica una tendencia en la lógica racional y de preferencia territorial de los inversionistas. Busca darle mayor aptitud a las zonas del país que tienen un mayor nivel de financiamiento con recursos de fomento para la producción ovina, 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. Los municipios con mayor valor de créditos otorgados en un periodo de tiempo determinado reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad pecuaria ovina, lo cual permite 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

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 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 ovinas y financiar actividades de agentes económicos no especializados en la actividad.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Las cifras de créditos otorgados corresponden a la suma del valor colocado entre los años 2015 y 2019 traídos a valores del 2019 para todos los municipios que reportan información en el periodo de análisis. Para llevar los valores a precios del 2019, se utilizaron los valores oficiales reportados por el DANE de inflación enero-diciembre de 2016-2018.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se calculó la suma anual de créditos otorgados por municipio para ovinos en millones de pesos de 2019 para el periodo 2016-2019.

Clasificación de los municipios por aptitud. Para estimar los rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), se utilizó el criterio asociado a la denominada *regla de Pareto* (80/20), que indica que aproximadamente el 80 % de las consecuencias es explicada por el 20 % de las causas. En el caso de la presente zonificación, el 80 % del total de crédito colocado es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios con colocaciones de crédito. El procedimiento consistió en ordenar de mayor a menor los municipios que a precios constantes sumaran mayor valor de crédito colocado, luego de lo cual se estimaron las participaciones de cada municipio dentro del total del crédito evaluado. Finalmente, se elaboró una columna en la que se calculó el porcentaje acumulado de la distribución del crédito dentro de los municipios hasta que la acumulación llegara al 80 % de participación. Se verificó que el número de municipios que aportaron al 80 % del crédito representaran aproximadamente el 20 % del total de municipios.

De tal forma, se definieron tres agrupamientos: el primero, formado por los municipios que aportaron al 80 % del total del crédito; el segundo, por los municipios que aportaron al 20 % restante; el tercero, por los municipios donde no hubo colocaciones de crédito en el periodo analizado. De los estos agrupamientos se infirieron los puntos de corte de la siguiente manera: con *aptitud alta* (A1), los municipios con más de 100 millones en créditos para ovinos; con *aptitud media* (A2), los municipios con menos de 100 millones en créditos para ovinos; con *aptitud baja* (A3), los municipios sin créditos para ovinos.

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), como se muestra a continuación:

Millones de pesos	Aptitud
≥100	Alta (A1)
<100	Media (A2)
Sin créditos	Baja (A3)

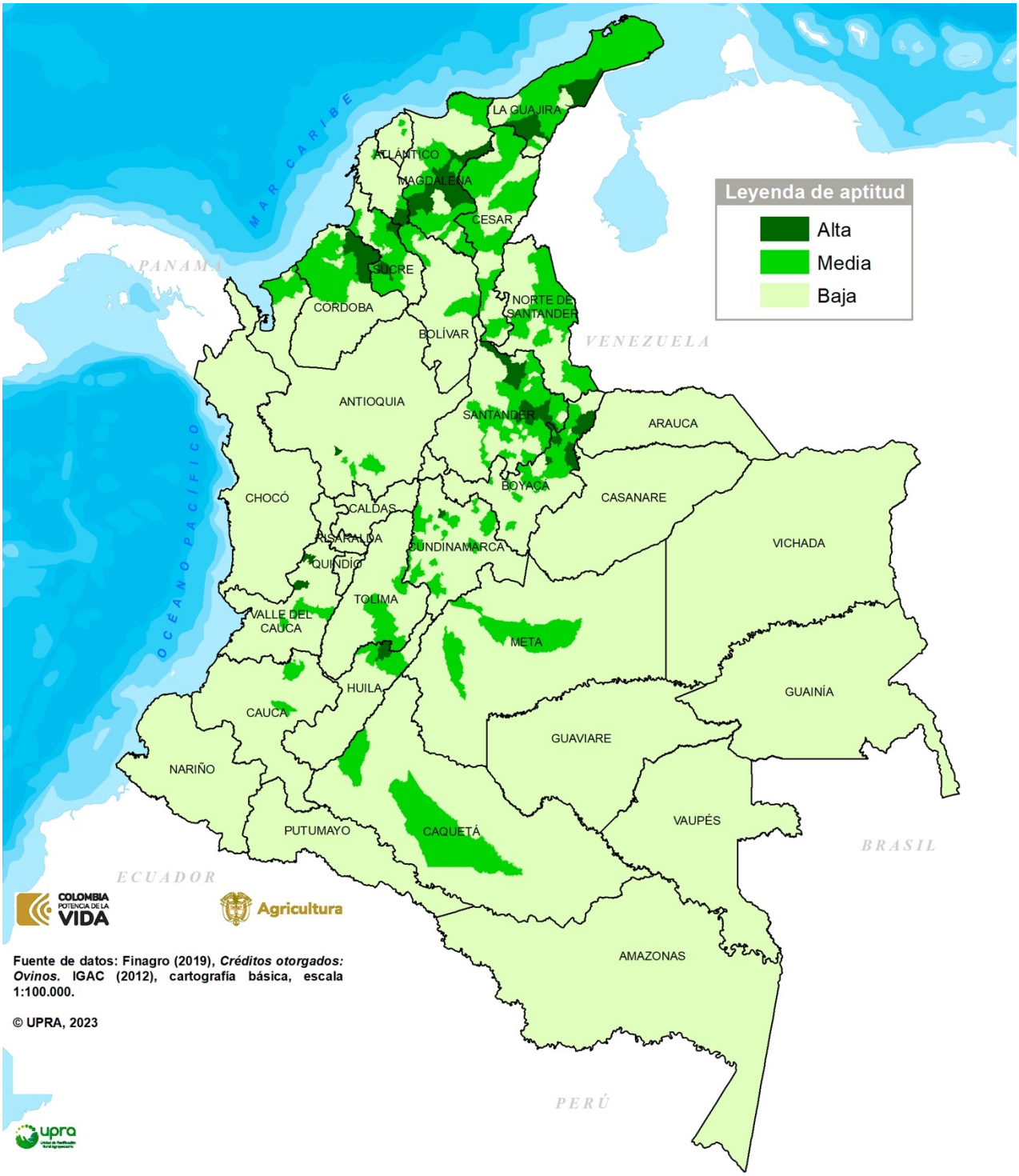
UNIDAD DE ANÁLISIS

Millones de pesos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Finagro. (2020). *Creditos y seguros otorgados para ovinos 2015-2019* . Bogotá: Finagro.
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable créditos otorgados

3.5.2. Variable *valor agregado pecuario municipal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 partió 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. Con ello, 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, por lo que es sujeto a economías de escala sectoriales y a beneficios o estímulos estatales privilegiados en lo pecuario, en función 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, en general, y al sector pecuario, en particula. A mayor valor agregado pecuario municipal, el municipio presenta mayor nivel de aptitud, puesto que su circuito económico local tendrá 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 nuestro caso, ovinos), la transversalidad sectorial refleja lo verdaderamente pecuario, es decir, 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

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

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. 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.

Ahora bien: 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 cuya transformación es requisito para su consumo o disfrute pueden ser contabilizadas en una rama no pecuaria. Finalmente, cabe mencionar que las mediciones para un año específico, en este caso al año 2018, pueden haber incluido eventos fortuitos, como inundaciones o condiciones climáticas adversas, que obligan a tener un menor valor agregado pecuario de manera transitoria en un municipio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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 del valor agregado pecuario municipal es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios. El procedimiento, entonces, consistió en ordenar de mayor a menor los municipios por el valor agregado pecuario que se le atribuye, luego de lo cual se estimaron las participaciones de cada municipio dentro del total nacional. Posteriormente, se elaboró una columna en la que se calculó el porcentaje acumulado del valor agregado pecuario municipal y el porcentaje de municipios que aportaron a la acumulación hasta el punto en que la suma de estos dos porcentajes fuera igual a 100 %.

En cuanto a los restantes municipios, se utilizó la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas, que en este caso indica la necesidad de utilizar el método *k*-medias. El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado en el que no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. De tal modo, si $d(i, j)$ es mayor a $d(i, k)$, el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método de *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2; 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:

a) Se ordenaron los datos de mayor a menor o de menor a mayor según a incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y la supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) De manera inicial, el total de datos disponibles se dividió en dos grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna, es decir, la suma de las distancias de los datos de su centroide, se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (2) y se suman los valores para todos los datos de este *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias considera una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integrado por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *clusters* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y 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 por criterios internos y externos que aporten información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza, o por criterios internos generados a

partir de los propios datos, como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre *clusters* (cohesión y separación). Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la variable *valor agregado pecuario municipal*, el resultado arrojó tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: con *aptitud alta* (A1), los municipios con más de 13,58 mil millones en valor agregado pecuario municipal; con *aptitud media* (A2), los municipios con entre 6,18 y 13,58 mil millones en valor agregado pecuario municipal; con *aptitud baja* (A3), los municipios con menos de 6,18 mil millones en valor agregado pecuario municipal.

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 competitiva alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Miles de millones de pesos	Aptitud
>13,58	Alta (A1)
6,18-13,58	Media (A2)
<6,18	Baja (A3)

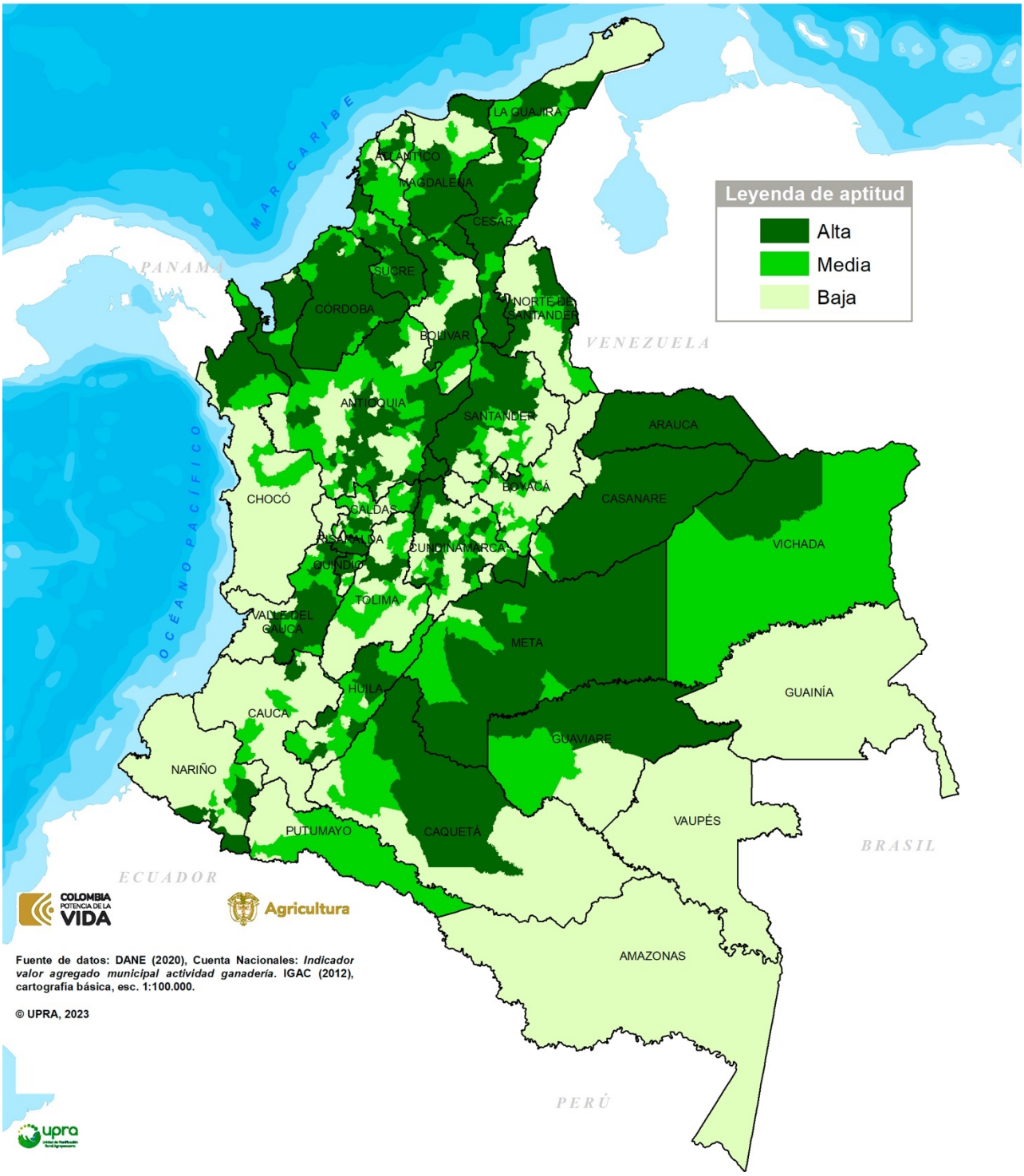
UNIDAD DE ANÁLISIS

Miles de millones de pesos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Cuentas Nacionales: Indicador Valor Agregado Municipal, Actividad ganadería. Bogotá: DANE.
IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable Valor Agregado Pecuario Municipal (VAPM)

3.5.3. Variable *desempeño municipal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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. Se entiende como la capacidad de gestión y resultados de desarrollo, es decir, el aumento de la calidad de vida de la población, teniendo en cuenta las capacidades iniciales para incentivar una mejor gestión, calidad del gasto e inversión orientada a resultados (DNP, 2017). 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

Permite una aproximación al *desempeño municipal*, el se define como la gestión de las entidades territoriales y la consecución de resultados de desarrollo, es decir, el aumento de la calidad de vida de la población, teniendo en cuenta las metas propuestas en el territorio. 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). Esta idea es esencial para dinamizar e incentivar las actividades productivas agropecuarias y piscícolas 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. 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 de desempeño municipal (DNP, 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

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

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 ello, se actualizaron los estándares de evaluación y se enfocó el desempeño municipal en la gestión pública orientada a resultados, que eran calculados mediante el índice de desempeño integral (IDI).

De acuerdo con el DNP (2017), el indicador MDM cuenta con las siguientes ventajas: permite la comparación entre grupos de municipios más homogéneos, definidos según un componente de capacidades iniciales como *rankings* al interior de los 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 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 realizar comparaciones al interior de grupos más homogéneos que parten de una misma situación de condiciones.

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. El 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 Lectura Crítica
Participación de los recursos propios en la inversión	Cobertura de transición

Ejecución de recursos (25 %)	Salud (25 %)
Ejecución del Sistema general de participaciones	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 transparencia (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 cada 10.000 habitantes
Recaudo predial efectivo	Homicidios por cada 10.000 habitantes
Uso de instrumentos de recaudo de ordenamiento territorial	Casos de violencia intrafamiliar por 10.000 habitantes

COMPONENTES

El primer componente está enfocado en la gestión: incluye las acciones y decisiones que adelanta la administración local para transformar los recursos en un mayor bienestar de la población y desarrollo. En el interior se subdivide en cuatro subcomponentes, todos con igual peso (25 %): movilización de recursos propios; ejecución de recursos; gobierno abierto y transparencia; gestión de instrumentos de ordenamiento territorial. Este componente a, su vez, reúne las siguientes doce variables:

Movilización de recursos propios

Variable	Metodología	Fuente
Ingresos tributarios y no tributarios sin recaudo por OT per cápita	(Ingresos tributarios y no tributarios* – recaudo por instrumentos de OT**/población)	Operaciones efectivas de caja (OEC), DNP, formulario único territorial (FUT) y DANE
	*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),correspondientes a la vigencia	
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita)	Recaudo total mediante los cuatro instrumentos de ordenamiento territorial: predial, delineación urbana, valorización y plusvalía*/población total	FUT y DANE
	**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) correspondientes a la vigencia	
Participación de los recursos propios en la	(Inversión financiada con recursos propios*/Inversión total del municipio**)	FUT y operaciones efectivas de caja (OEC)

inversión	**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 110-FUT inversión), cuyo valor se toma de la columna *Obligaciones* del formato gastos de inversión del FUT	
	**Se toma el rubro *5.Gastos de capital (inversión)* de las OEC	

Ejecución de recursos

Variable	Metodología	Fuente
Ejecución del 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* (siguiente diapositiva), registradas en el formato de gastos de inversión del FUT **Asignaciones de la vigencia de SICODIS	FUT y SICODIS
Ejecución de recursos propios	Recursos obligados fuentes propias*/Recursos presupuestados con fuentes propias** **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 110-FUT inversión), cuyo 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*, correspondientes a las fuentes con código referido a la tabla *Otras fuentes* (siguiente diapositiva), registrada 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 IGPR (índice de gestión de proyectos de regalías)	SGR

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 obtenido en los cuatro trimestres del año en el componente de transparencia del índice de gestión de proyectos de regalías (IGPR)	SGR, IGPR

	Debe multiplicarse por cinco para que el indicador quede entre 0 y 100, pues la máxima puntuación que tiene es de 20 (sólo se mide en el caso de que el municipio tenga proyectos de regalías aprobados)	
	¿En el plan de acción anual está incluida la estrategia de rendición de cuentas?	Pregunta 1: *Rendición de cuentas* Gestión *web*
	¿La entidad publica los resultados de la consulta del proceso de rendición de cuentas identificando las prioridades establecidas por los ciudadanos?	Pregunta 8: Servicio al ciudadano" 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 de servicio al ciudadano en el plan anticorrupción y de atención al ciudadano?	Pregunta 1, opción 2: *Anticorrupción* Gestión *web*

Uso y recaudo por instrumentos de ordenamiento territorial (OT)

Variable	Metodología	Fuente
Tasa efectiva de recaudo predial, por mil pesos de avalúo	*Se toma el concepto *Impuesto predial unificado vigencia actual* (TI.A.1.3.1, columna *Total ingresos*-Ingresos FUT) **Avalúo catastral, reporte IGAC, próximamente en TerriData	FUT e IGAC
Uso de instrumentos de OT	Número de instrumentos de ordenamiento territorial que usa la entidad territorial*	FUT
	*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) correspondientes a la vigencia	
	Si recaudó 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	

El segundo 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 en rango de edad de la vigencia	Mineducación, disponible en TerriData
Cobertura en transición media neta	Estudiantes matriculados en transición en el rango de edad aceptable/Población del municipio en en rango de edad de la vigencia	Mineducación, disponible en TerriData

Pruebas SABER 11, Matemáticas y Lectura Crítica	Puntaje promedio de estudiantes residentes del municipio en las secciones de Matemáticas y Lectura Crítica de las pruebas SABER 11 de la vigencia	ICFES, disponible en TerriData

Salud

Variable	Metodología	Fuente
Mortalidad infantil, menores de un año	Fallecidos menores de un año por cada 1000 nacidos vivos en la vigencia anterior (un año de rezago)	DANE, disponible en TerriData
Cobertura de vacunación pentavalente	Menores de un año en un municipio con la tercera dosis aplicada de la vacuna pentavalente/Población total menor de un año a vacunarse de la vigencia	Minsalud, 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	Minsalud y DANE, disponible en TerriData

Servicios públicos

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura energía, zona resto	Viviendas con acceso a red interconectada/Total de 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/Población total de la vigencia	MinTIC, disponible en TerriData
Coberturas 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

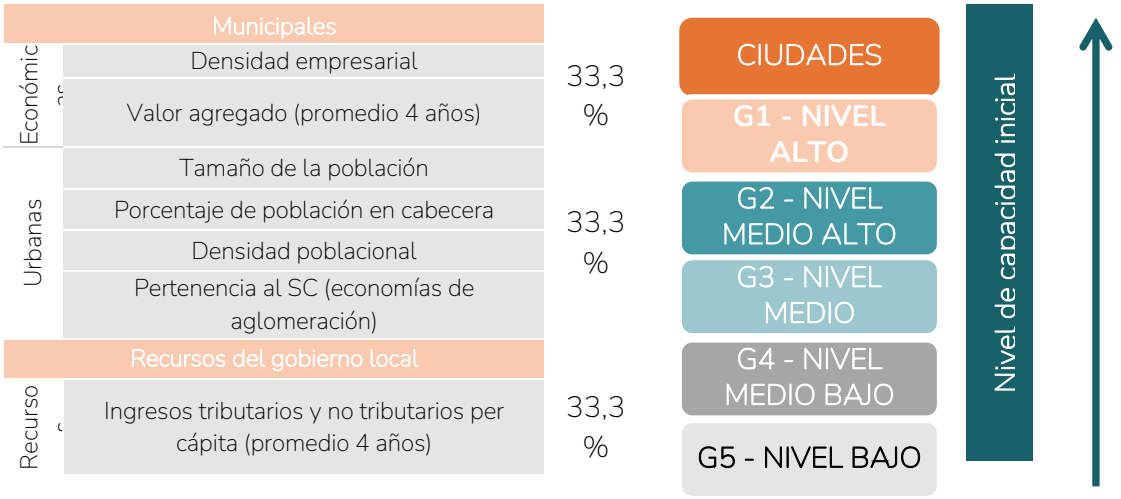
Seguridad y convivencia

Variable	Metodología	Fuente
Hurtos por cada 10.000 habitantes	Casos de hurtos reportados por cada 10.000 habitantes	MinDefensa y 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	

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: la actividad económica: las características demográficas y geográficas urbanas; y los recursos propios del ET (tributarios y no tributarios), lo que permitió la conformación de los siguientes seis grupos de municipios:

Grupos comparables por nivel de capacidad inicial



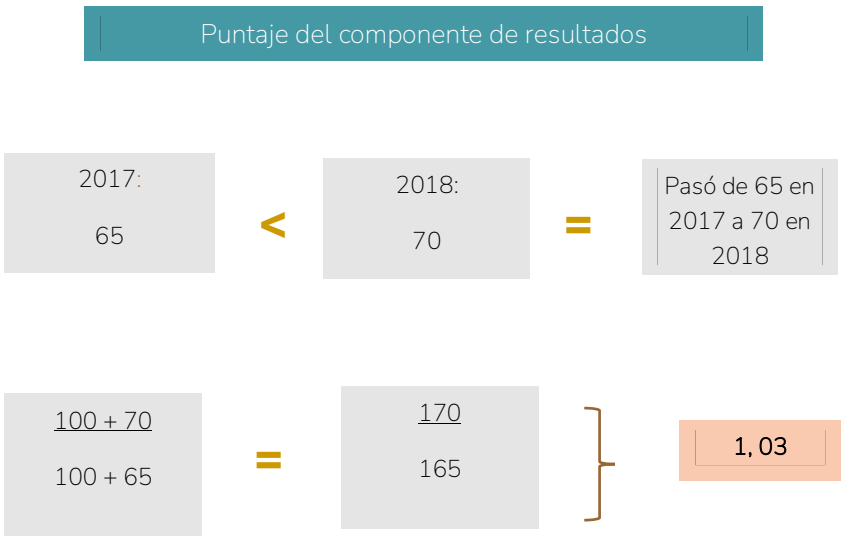
Para estimar las capacidades iniciales, se utilizó el promedio de las variables de los cuatro años del gobierno 2011-2015 y se estandarizan los indicadores entre todos los municipios. Luego, se definió un índice de 0 a 1, en el que 1 representa los municipios con mayor dinamismo económico (mayor valor agregado y mayor densidad empresarial), altamente urbanos y con los mayores recursos corrientes; y 0, las respectivas contrapartes.

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. A partir de los puntajes por municipio para cada uno de los componentes de gestión y resultados de dos años comparados, se generó el siguiente resultado:

Municipio Y

Componente	Año	Puntaje
Gestión	2018	50
Resultados	2017	65
	2018	70

Luego, se calculó el cambio del año con respecto al anterior para el componente de resultados (que muestra el bienestar de la población), como se muestra a continuación:



Acto seguido, se multiplicó el resultado obtenido por el puntaje del componente de gestión del último año, como se observa en la siguiente ecuación:

$$Puntaje\ componente\ de\ gestión * cambio\ componente\ resultados = indicador\ MDM$$
$$50 * 1{,}03 = 51{,}1$$

Finalmente, con el valor del indicador MDM (51,1) se clasificaron los rangos de aptitud de la siguiente manera: con *aptitud alta* (A1), los municipios con un puntaje de más de 55 puntos; con *aptitud media* (A2), los municipios con un puntaje de entre 45 y 55 puntos; con *aptitud baja* (A3), los 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 2018, como se puede consultar en la tabla siguiente:

Indicador de la medición del desempeño municipal (MDM)	Aptitud
>55 puntos	Alta (A1)
45-55 puntos	Media (A2)
<45 puntos	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Indicador de la medición del sesempeño municipal (MDM).

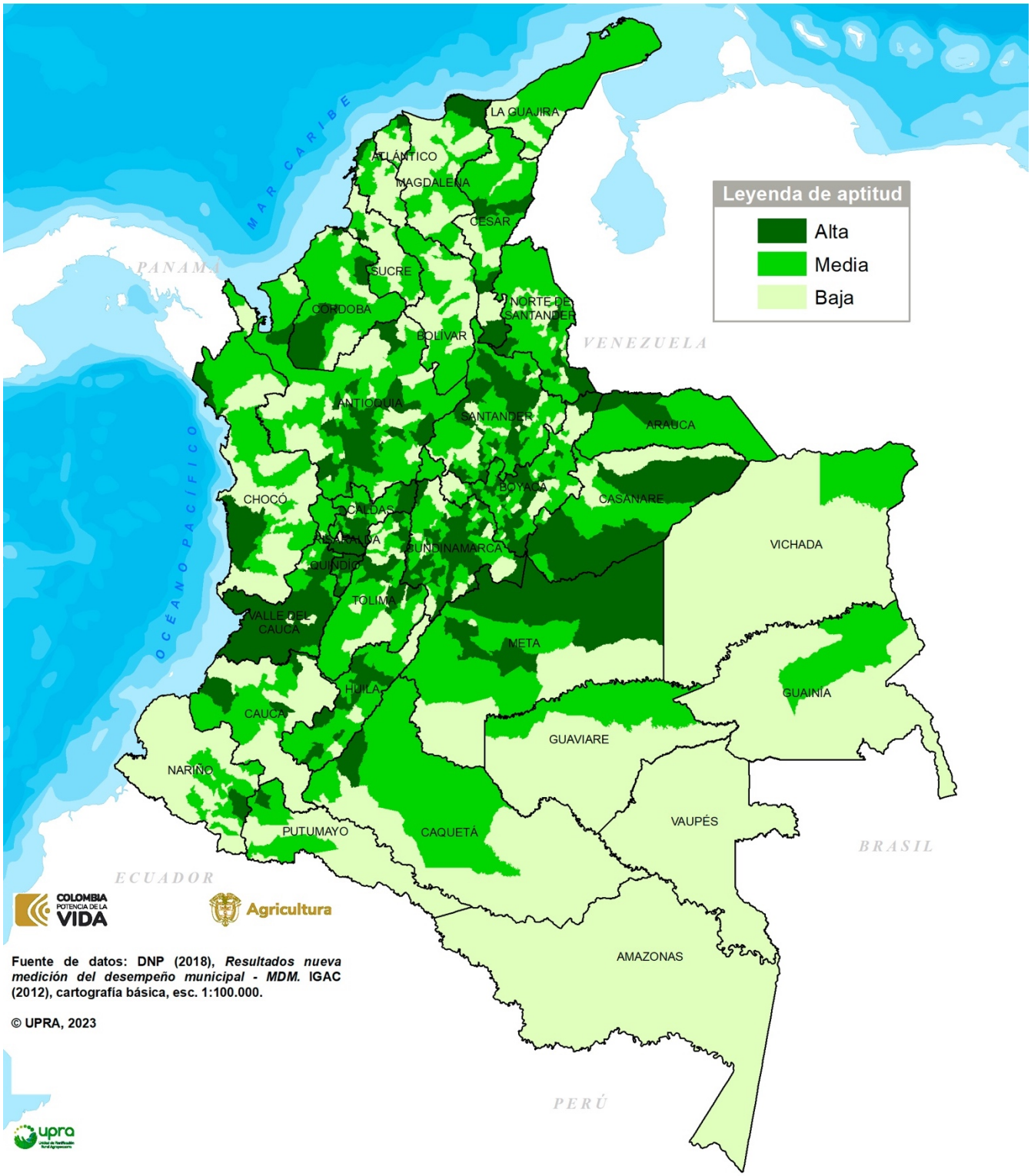
FUENTES DE INFORMACIÓN

DNP. (2017). *Medición del desempeño municipal. Informe de resultados MDM 2017*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/MDM/Resultados_MDM_2017.pdf>.

_. (2018) Nueva Medición del Desempeño Municipal (MDM). Bogotá: DNP.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable desempeño municipal

3.5.4. Variable *zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: *INDICADORES ECONÓMICOS*		
VARIABLE: *zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)*	UNIDAD DE MEDIDA: municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

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 (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2017).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Busca el fortalecimiento de la productividad y la competitividad, para aportar al crecimiento y el desarrollo con la creación de empresa y la generación de empleo, a través de incentivos a los empresarios con 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 que parten de decisiones políticas. Adicionalmente, no existe forma en la que se pueda medir cómo están siendo aprovechados los incentivos y en qué actividades productivas se están concentrando.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Listado de municipios declarados ZOMAC.

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 realizar un análisis nacional integral. Se constituye como una base de información dicotómica.

Clasificación de los municipios por aptitud competitiva. Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron así: con aptitud alta (A1), los municipios declarados ZOMAC; con *aptitud media* (A2), el 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 excluyó la posibilidad de que esta variable tomara valores (A3) por considerar que sería un castigo demasiado grande en términos de aptitud para los municipios que no estaban en el listado, como se muestra en la siguiente tabla:

Municipios	Aptitud
Municipios declarados ZOMAC	Alta (A1)
Resto	Media (A2)

UNIDAD DE ANÁLISIS

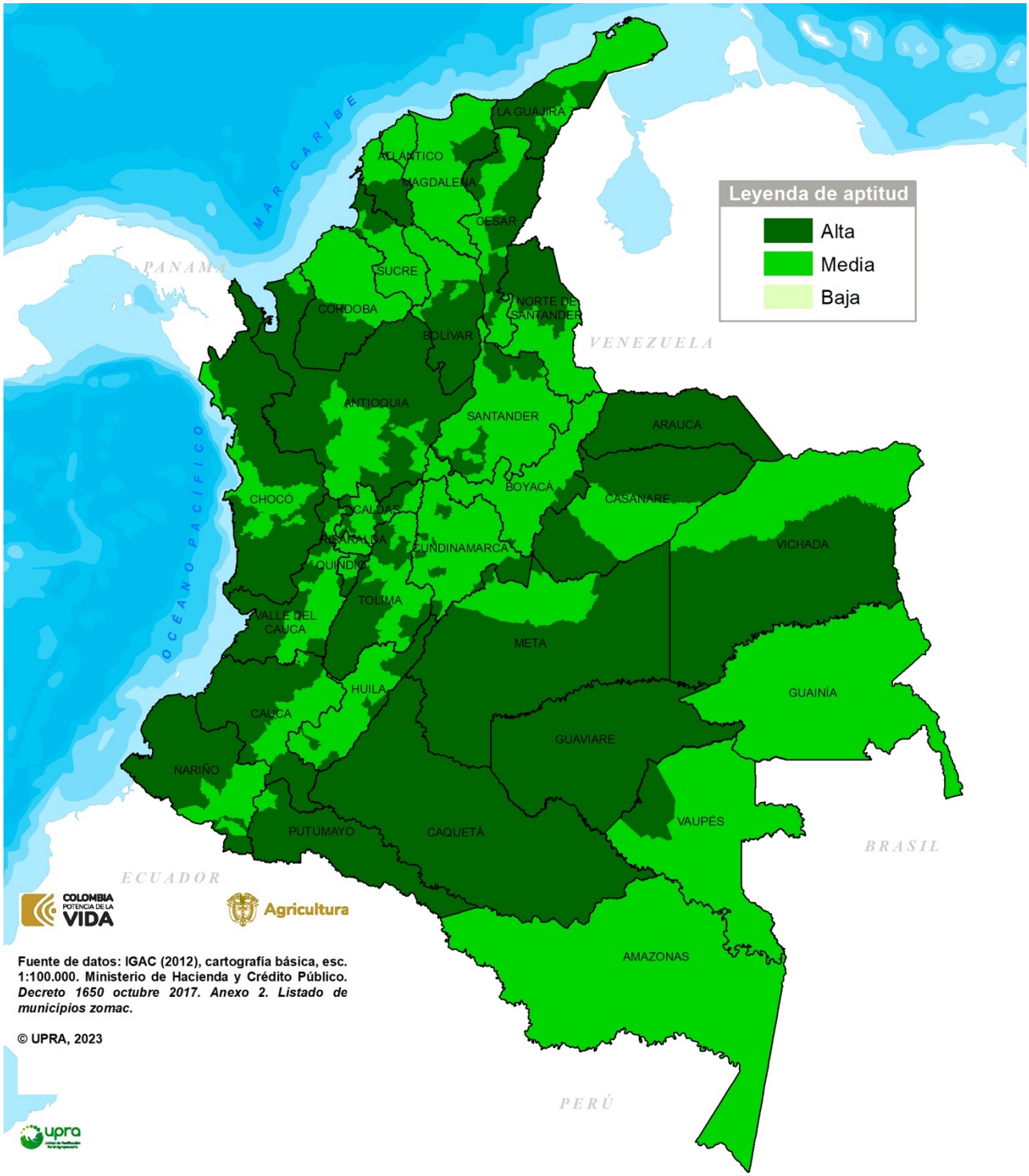
Municipios.

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>

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS
Variable zonas ZOMAC

1.6 Criterio *seguridada ciudadana*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: *SEGURIDAD CIUDADANA*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Abigeato, expresado como tasa de ovinos robados por cada 1000 ejemplares.

Extorsiones rurales, expresadas como tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes.

Secuestros rurales, expresados como tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes.

Homicidios rurales, expresados como tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes.

DEFINICIÓN

Ausencia de peligro, de afectaciones a la integridad física y de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación en la que 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, daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial o total de la libertad y del patrimonio de un individuo 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 podrían estar asociados a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual podría incidir negativamente en la dinámica de la producción. Ya que las 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 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, que 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, el empleo y las oportunidades de los pobladores rurales. Como consecuencia, cuanta más frecuente sea la presentación de estos flagelos, tanta 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, hurtos 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	1/3	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

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			

Haciendo uso del programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios y con las categorías de aptitud, para cada una de las cuales se asignó el valor de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se expone a contimnuación:

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Seguridad ciudadana	*Abigeato*	40,6
	Extorsiones rurales	35,7
	Secuestros rurales	15,7
	Homicidios rurales	8,0
Total, ponderación		100

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 competitiva alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se muestra a continuación:

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Abigeato	Tasa de ovinos robados por cada 1000 ejemplares	Sin ocurrencia del delito	≤1,4458	>1,4458
Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,2227	>0,2227
Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,0719	>0,0719
Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,5308	>0,5308

UNIDAD DE ANÁLISIS

Delitos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004.

Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2009). Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos. Recuperado de www.cidh.oas.org/.../SEGURIDAD%20CIUDADANA

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.

Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2020). Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal

_. (2014). Comportamiento del homicidio en Colombia 2013.

Ley 1944 de 2018. Recuperado de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa>.

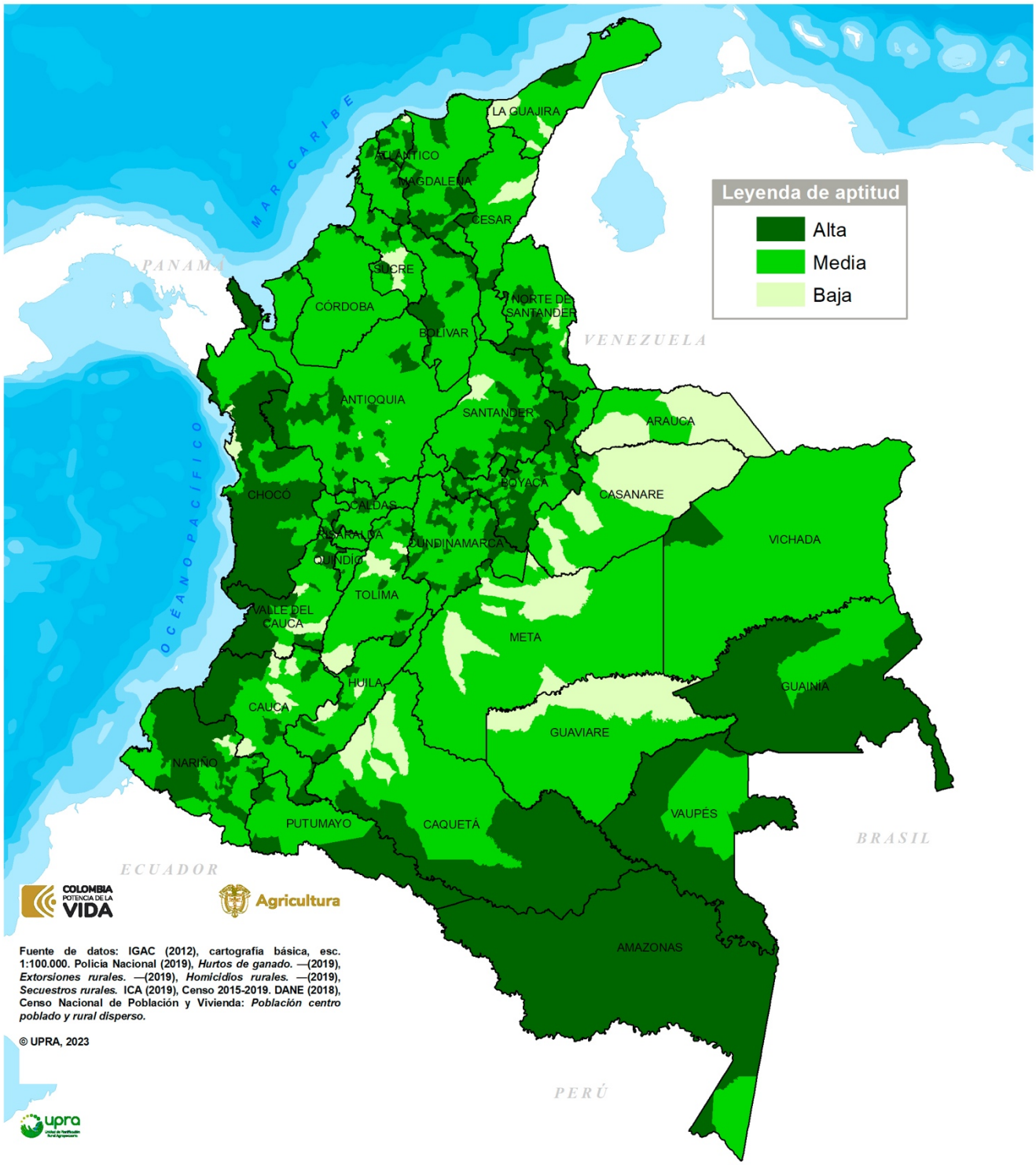
Ley 599 de 2000. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. En: L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.

Policía Nacional. (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI) DIJIN, Datos 2015-2019. Bogotá: PONAL.

Recuperado de: <www.policia.gov.co/grupo-información-criminalidad/estadistica-delictiva>. Bogotá´: Policía Nacional

REPRESENTACION CARTOGRAFICA DEL CRITERIO



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

3.6.1. Variable *abigeato*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: *SEGURIDAD CIUDADANA*		
VARIABLE: *abigeato*	UNIDAD DE MEDIDA: tasa de ovinos robados por cada 1000	
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, 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, lo cual facilitó las herramientas de protección al patrimonio de los productores ganaderos. Se distinguen dentro de la tipificación del delito las especies bovinas mayores y menores, equinas o porcinas plenamente identificadas. Por definición, tanto abigeo como abigeato proceden del verbo latino *abigere*, que significa 'aguijar las bestias para que caminen'. Es una especie de robo, pero se diferencia del ronbo en sí 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, 2017).

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. De tal forma, tener un instrumento que oriente sobre el fenómeno es de gran utilidad, pues se convierte 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 dónde 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 cuenta con municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro 0 y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Se analizó el número de hurtos y carneo de ovinos en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

Análisis de consistencia y preparación de la información. La construcción de esta variable se inició al relativizar la información del número de ovinos hurtados en zona rural respecto al censo de cada municipio. Para esto, cual se construyó el índice de abigeato por cada 1000 ovinos a partir de las series históricas del número de abigeatos registrados en la zona rural para el período 2015-2019 y se realizó la sumatoria de los cinco años. Luego, con base en las series del inventario de animales del ICA, se tomó el dato de la población proyectada para el año 2019 por municipio. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de abigeato sobre el número promedio de cabezas de la especie y se proyectó como índice por cada 1000 ovinos.

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 le asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación; 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 *clusters* ($k = 2$).

El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia

interclusters, partiendo de la distancia como medida de similitud. De este modo, si *d*(*i*, *j*) es mayor a *d*(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos), definido, en este caso, en 2 para las aptitudes A2 y A3; 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:

a) Se ordenaron los datos de mayor a menor o de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y la supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en dos grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del closter) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento para los municipios que durante el período analizado tuvieron en promedio uno o más delitos;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (2) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los dos posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a *cluster* hasta que los centroides dejaron de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias considera una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integradospor datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *cluster* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y 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 abigeatos por cada 1000 ovinos; al grupo restante con el mayor número de delitos por reses se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud se estbalecieron así: con *aptitud alta* (A1), los municipios donde no se hubo reportado el delito (0); con *aptitud media* (A2), los municipios del resultado del primer *cluster*, donde se reportaron hasta 1,4458 casos de abigeato por cada 1000 ejemplares; con *aptitud baja* (A3), los

municipios del resultado del segundo *cluster*, donde se reportaron más de 1,4458 casos de abigeato rurales por cada 1000 ejemplares. Estos resultados se obtuvieron de los *clusters* al comparar todos los municipios del país en los que se presentó el delito durante el periodo 2015-2019.

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), como se muestra a continuación:

Tasa de ovinos robados por cada 1000	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤1,4458	Media (A2)
>1,4458	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de ovinos robados por cada 1000 ejemplares.

FUENTES DE INFORMACIÓN

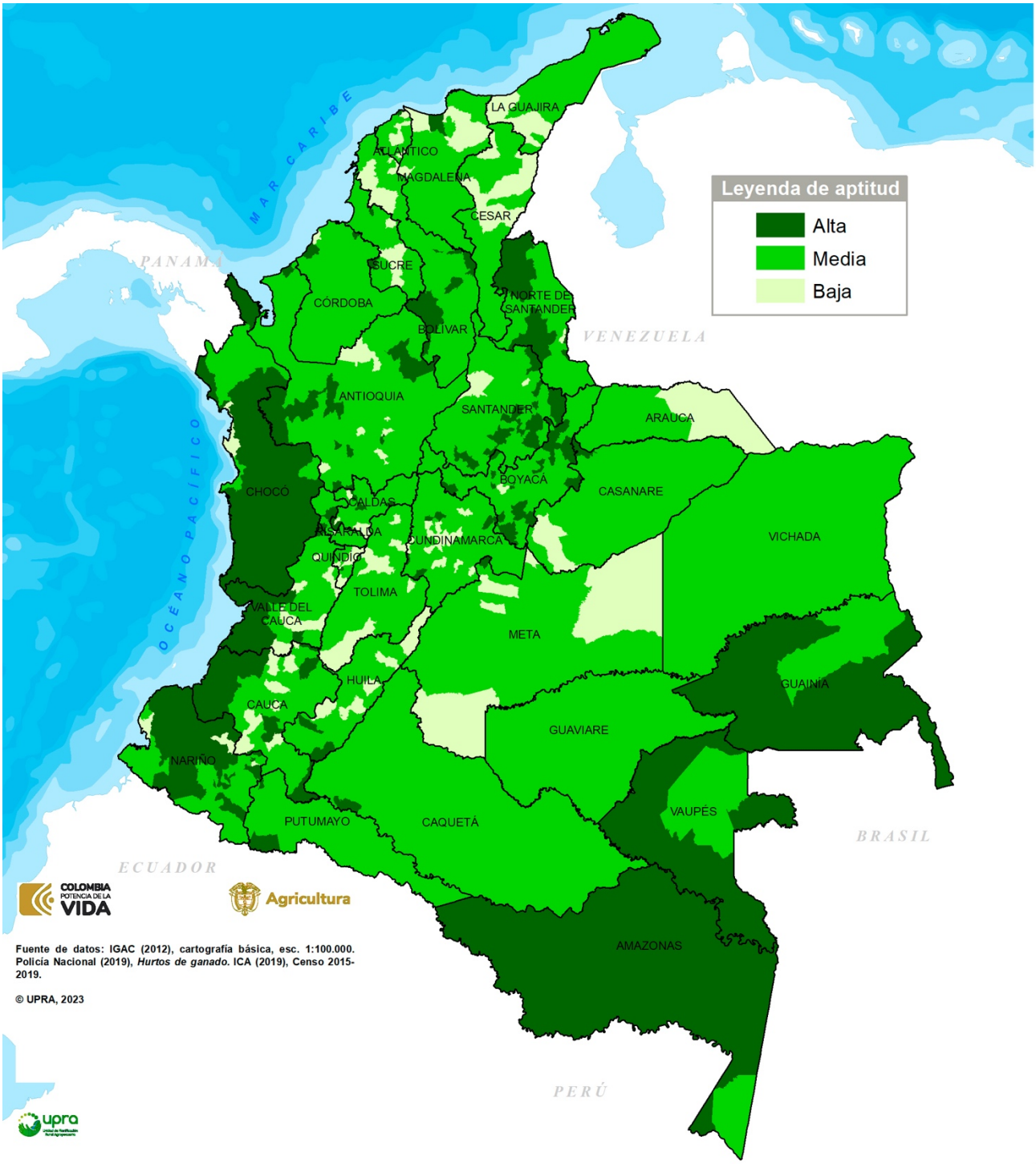
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. En; 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 243. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

Policía Nacional. (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI), DIJIN. Datos 2015-2019. Bogotá: Ponal.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable abigeato

3.6.2. Variable *extorsiones rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 ASOCIADO	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 jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial (Senado de la República de Colombia, 2000, artículo 244). Quien comote este delito se define 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 que la importancia ya constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal. Además. 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 información para algunos municipios. Por esta razón, bajo el principio de precaución, éstos se asimilaron al registro 0 y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Precisiones de la información. Se analizó el número de extorsiones ocurridas en la zona rural en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

Análisis de consistencia y preparación de la información. La construcción de esta variable se inició al relativizar la información del número de extorsiones en zona rural respecto a la población rural de cada municipio. Para ello, se calculó el *índice de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales* de la siguiente forma: se realizó la sumatoria de los cinco años a partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2015-2019. 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), del año 2018, se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, la cual se encuentra discriminada entre *cabecera y resto*, y se extrajo la información del ámbito geográfico denominado resto, asociándola a la población rural para este año. 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.

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; 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); al segundo grupo, se le 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 posible entre otros grupos. Para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios, se calcularon dos clústers ($k = 2$).

El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. Así pues, si $d(i, j)$ es mayor a $d(i, k)$, el objeto i es más parecido a k que a j. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa un único parámetro (número de grupos), definido, en este caso, en 2 para las aptitudes A2 y A3; 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:

a) Se ordenaron los datos de mayor a menor o de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y la supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en dos grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento para los municipios que durante el período analizado tenían en promedio uno o más delitos;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (dos) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los dos posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) 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 *k*-medias considera una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integrado por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *clusters* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos, y 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; al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3). Los rangos de aptitud se establecieron así: con *aptitud alta* (A1), los municipios donde no se reportó el delito (0); con *aptitud media* (A2). los municipios del resultado del primer *cluster*, donde se reportaron hasta 0,2227 casos de extorsiones rurales por cada mil habitantes rurales; con *aptitud baja* (A3), los municipios del resultado del segundo *cluster*, donde se reportaron más de 0,2227 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales. Estos resultados se obtuvieron de los clusters de comparar todos los municipios del país donde se presentó el delito durante el periodo 2015-2019.

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), como se muestra a continuación:

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤0,2227	Media (A2)
>0,2227	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Código Penal Colombiano. Ley.599 de (2000). Artículo 244. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

Código de procedimiento penal. Ley 906 de2004.

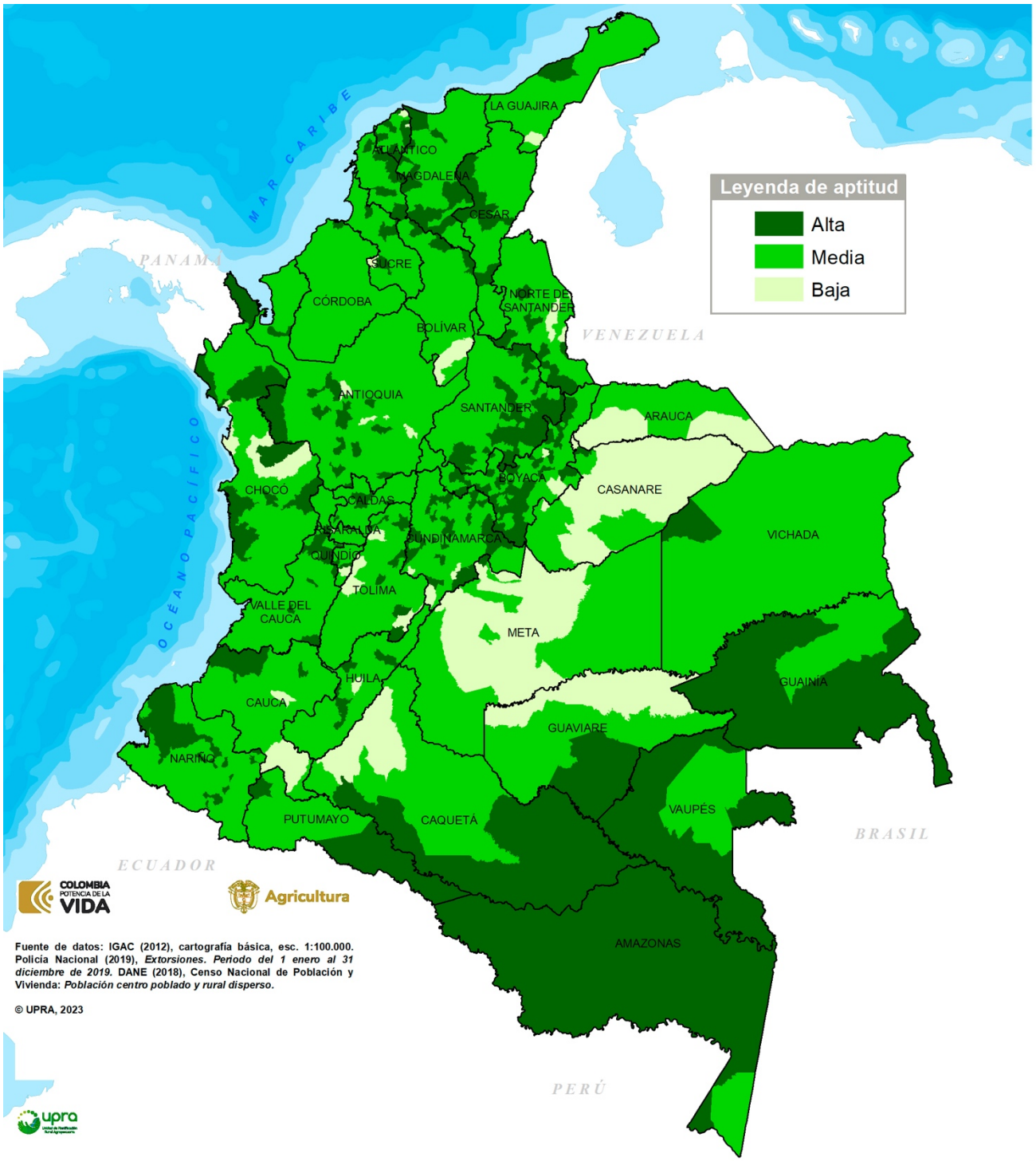
DANE. (2018). Censo nacional de Población y Vivienda_ Población centro poblado y rural disperso. Bogotá: DANE.

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. En: L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.

Policía Nacional. (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI), DIJIN. Datos 2015-2019. Bogotá: PONAL.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable extorsiones rurales

3.6.3 Variable *secuestros rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Consiste en detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, las 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 sólo obtener un provecho económico, sino también conducir a un grupo o una persona a ejecutar actos para beneficio del delincuente, por lo que 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, pues indica la vulnerabilidad o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversores ubicada en las zonas de alta posibilidad de amenaza de secuestro. Esto no sólo atenta contra la seguridad y la integridad de la población, sino también por 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 con registros para algunos municipios, los cuales, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro 0 y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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.

Análisis de consistencia y preparación de la información. La construcción de esta variable se inició al relativizar la información del número de secuestros en zona rural respecto a la población rural de cada municipio, para lo cual se calculó el *índice de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales* de la siguiente forma: se realizó la sumatoria de los cinco años a partir de las series históricas del número de secuestros registrados en la zona rural para el período 2015-2019. 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) para el 2018, se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, 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. 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.

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 homicidio; el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de homicidios 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; para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico *k*-medias, que permite realizar un 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 clústers ($k = 2$).

El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. De tal suerte, si $d(i, j)$ es mayor a

d(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueenen el año 1967, se basa un único parámetro (número de grupos) definido en, este caso, en dos para las aptitudes A2 y A3; por tratarse de un agrupamiento univariado, no estuvo sesgado por el orden de presentación inicial de los datos. Los pasos para la estimación del *cluster* de *k*-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenaron los datos de mayor a menor o de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y la supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en dos grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento para los municipios que durante el período analizado tenían en promedio uno o más delitos;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los clusters inicialmente calculados (dos) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los dos posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos al *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias considera una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integrado por datos extremos (*outliers*), comparar dos conjuntos del *cluster* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y 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; al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3). Los rangos de aptitud se establecieron así: con *aptitud alta* (A1), los municipios donde no se reportó el delito (0); con *aptitud media* (A2), los municipios del resultado del

primer *cluster*, donde se reportaron hasta 0,0719 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales; con *aptitud baja* (A3), los municipios del resultado del segundo cluster, donde se reportaron más de 0,0719 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales. Estos resultados se obtuvieron de los *clusters* de comparar todos los municipios del país donde se presentó el delito durante el periodo 2015-2019.

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), como se muestra a continuación:

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤0,0719	Media (A2)
>0,0719	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes.

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.

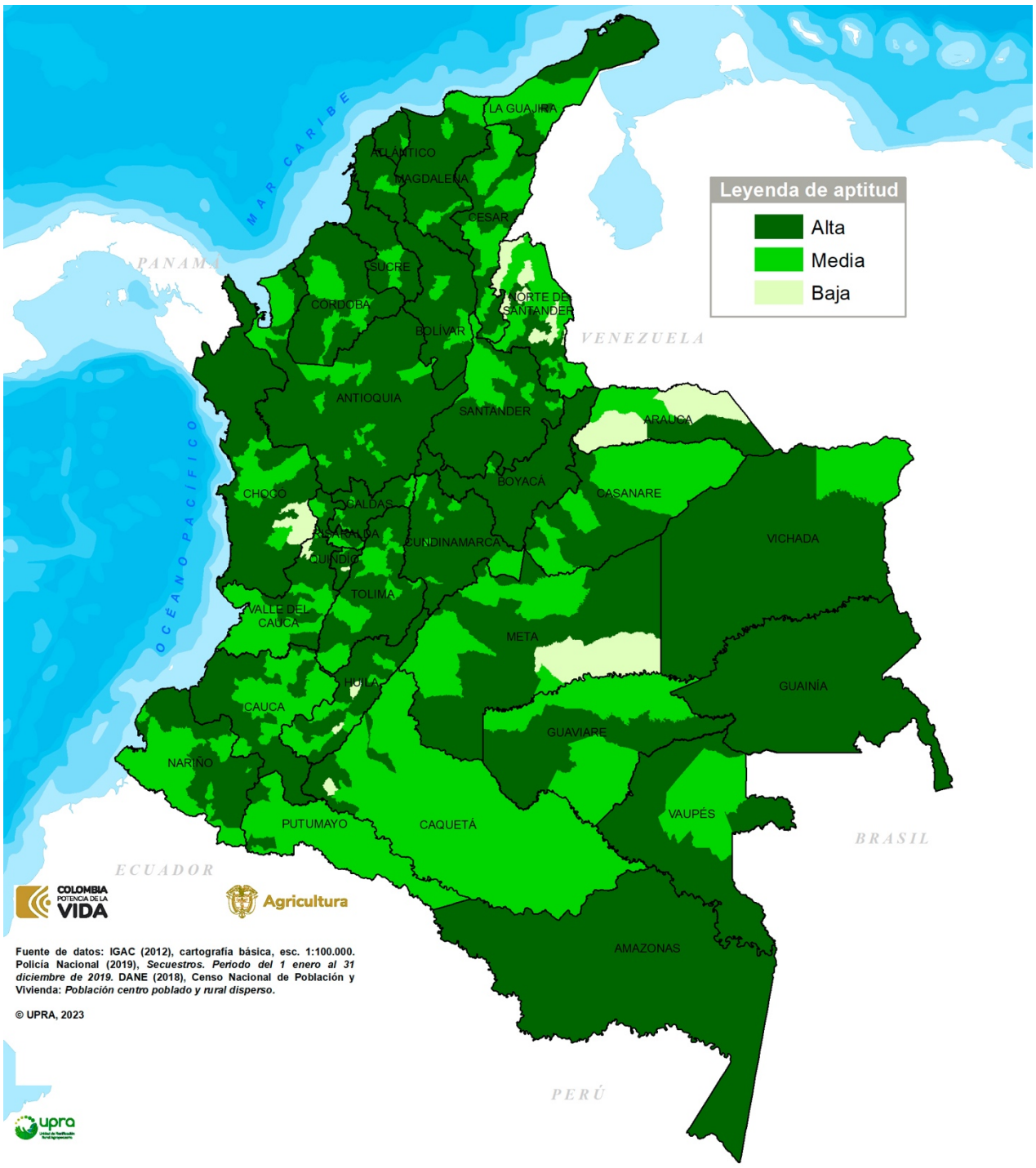
Ley 599 DE 2000. Código Penal Colombiano. Artículo 168. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

Ley 986 de 2005. Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada.

MacQueen, J. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. En: L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.

Policía Nacional (PONAL). (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI), DIJIN. Datos 2015-2019. Bogotá: PONAL.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable secuestros rurales

3.6.4 Variable *homicidios rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: *SEGURIDAD CIUDADANA*		
VARIABLE: *homicidios rurales*	UNIDAD DE MEDIDA: tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La palabra homicidio deriva del vocablo latino *homicidium*, que 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 la "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 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 (Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses, 2013).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra la ocurrencia de esta actividad violenta, durante un periodo de tiempo específico, en los municipios del país. De ahí la importancia, ya que constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversinistas para tratar de proyectar el comportamiento del delito a nivel municipal. Además, contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector ovino 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 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 *homicidios*, se cuenta con municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro 0 y se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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.

Análisis de consistencia y preparación de la información. La construcción de esta variable se inició al relativizar la información del número de homicidios en zona rural respecto a la población rural de cada municipio, para lo cual se calculó el *índice de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales* de la siguiente forma: se realizó la sumatoria de los cinco años a partir de las series históricas del número de homicidios registrados en la zona rural para el período 2015-2019. 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) para el 2018, se tomó la población por municipio proyectada para el año 2019, la cual se encuentra discriminada entre "abecera y resto; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado *resto*, asociándola a la población rural para este año. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de hoicidios rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

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 homicidio; el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de homicidios 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; para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico *k*-medias, que permite realizar agrupamiento de datos para que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posible entre otros grupos. Para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios, se calcularon dos *clusters* ($k = 2$).

El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. Entonces, si $d(i, j)$ es mayor a $d(i,$

k), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el aña 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos) definido, en este caso, en dos para las aptitudes A2 y A3. Por tratarse de un agrupamiento univariado, no estuvo sesgado por el orden de presentación inicial de los datos. Los pasos para la estimación del *cluster* de *k*-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenaron los datos de mayor a menor o de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y la supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en dos grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del cluster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento para los municipios que durante el período analizado tenían en promedio uno o más delitos;

c) Dado que el algoritmo k-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los clusters inicialmente calculados (dos) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo cluster;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los dos posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias consideró una fase de validación que consistió en evaluar la existencia de *clusters* que sólo estaba integrado por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *clusters* alternativos evaluando slau consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y 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; al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3). Los rangos de aptitud se establecieron así: con *aptitud alta* (A1), los municipios donde no se reportó el delito (0); con *aptitud media* (A2), los municipios del resultado del

primer *cluster*, donde se reportaron hasta 0,5308 casos de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales; con *aptitud baja* (A3), los municipios del resultado del segundo *cluster*, donde se reportaron más de 0,5308 casos de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales. Estos resultados se obtuvieron de los *clusters* de comparar todos los municipios del país donde se presentó el delito durante el periodo 2015-2019.

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 la siguiente tabla:

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤0,5308	Media (A2)
>0,5308	Baja (A3)

UNIDAD DE ANÁLISIS

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes.

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.

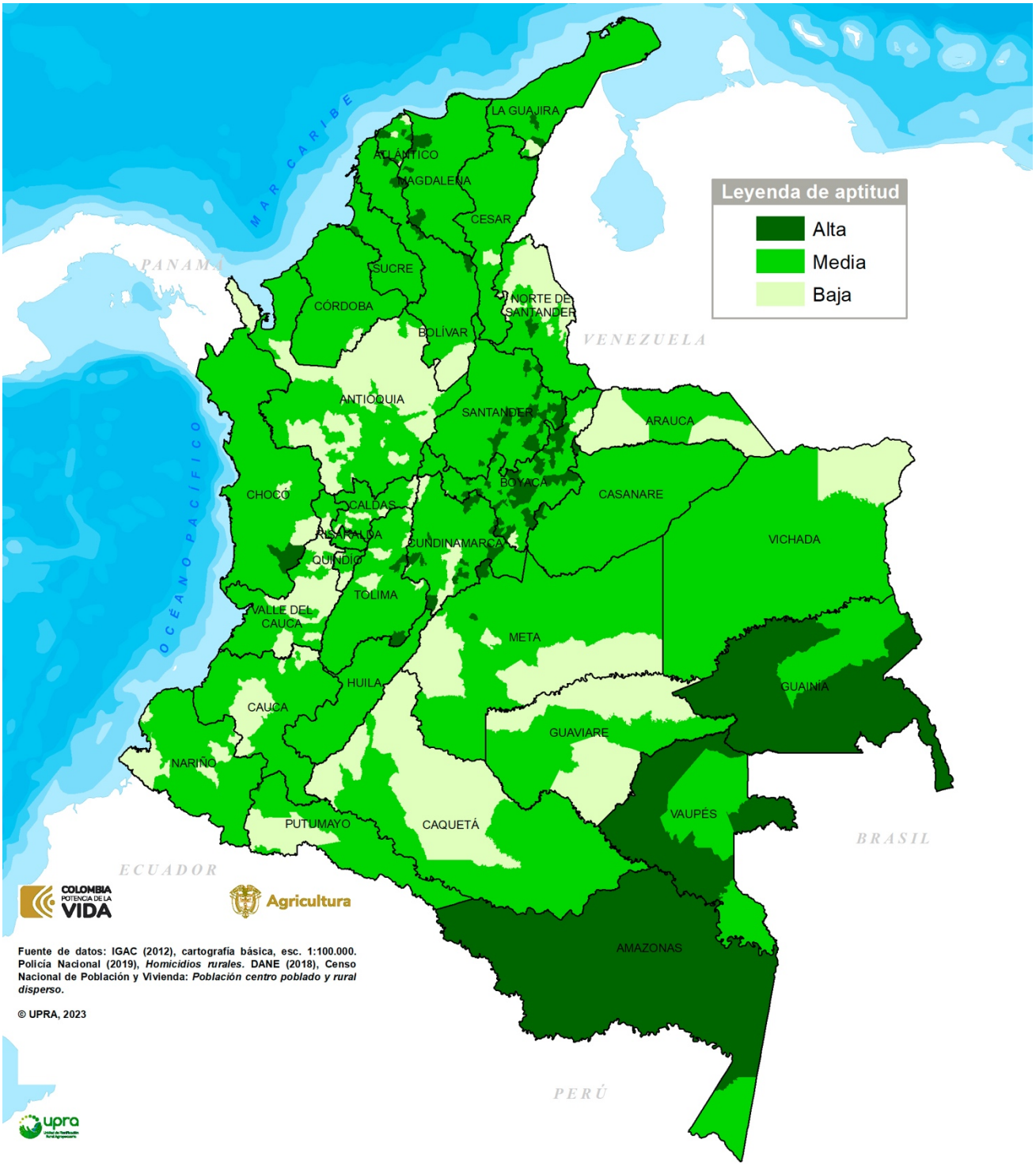
Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2020). Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal.

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. En: L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.

Policía Nacional (PONAL). (2019). Grupo Información de Criminalidad (GICRI), DIJIN. Datos 2015-2019. Bogotá: PONAL.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA
Variable homicidios rurales

3.7 Criterio *condiciones de vida*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 en porcentaje de hogares con privaciones.

Salud, expresada en porcentaje de hogares con privaciones.

Condiciones de la niñez y la juventud, expresadas en porcentaje de hogares con privaciones.

Condiciones educativas del hogar, expresadas en porcentaje de hogares con privacione.

Condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos, expresadas en 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 privacións, su intensidad y profundidad. Esta aproximación permite observar patrones distintos a los medidos por la pobreza monetaria, pues se enfoca en los hogares rurales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Muestra las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo y la probabilidad de los productores de acceder a certificaciones de buenas prácticas. Los municipios con menos hogares en situación de privación en cada dimensión cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades productivas y para acceder a certificaciones que le otorguen mayor competitividad.

La calidad de vida de la población rural influye poderosamente en el desarrollo de sus capacidades como seres humanos y en la posibilidad de integrarse a un proceso productivo. Los 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 requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades. La cantidad de hogares en situación de privación multidimensional es inversa a la aptitud del municipio. Los municipios con mayores niveles de hogares en situación de privación multidimensional, como 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 evaluó la pobreza multidimensional rural, sino las tasas de privación por cada dimensión con fuente censal al año 2018. Esta estimación aproximada utiliza fuentes instrumentales para dos de los 15 indicadores utilizados. Concretamente, en el indicador empleo informal, se utilizó información del registro de la PILA, dado que el Censo nacional de población y vivienda no contó con información de afiliación a las pensiones. Además, en el indicador *Sin aseguramiento en salud* se utilizó la información de registros administrativos de la base unida de afiliados (BUA) y la declaración de exportación (DEX) para entidades del régimen de excepción y especial.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

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

Información. Se utilizó 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.

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 se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en el cual se determinó que la publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en la estimación de la gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y de la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas sólo 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 obtener 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; 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 fueron 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.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. Se separó la información de privaciones a nivel municipal y se seleccionó lo referente al área de centros poblados y rural disperso. Se agruparon los indicadores por las cinco dimensiones a las que pertenecen y se calcularon 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	Niñez y juventud	Vivienda y servicios públicos	Condiciones educativas del hogar
Condiciones de vida	*Trabajo*	1				
	Salud	1/3	1			
	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, como se muestra a continuación:

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			

Haciendo uso del programa PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios y con las categorías de aptitud, para cada una de las cuales se asignó el valor de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se relaciona abajo:

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Condiciones de vida	*Trabajo*	44,8
	Salud	26,1
	Condiciones de la niñez y juventud	15,2
	Condiciones de vivienda y servicios púbicos	8,8
	Condiciones educativas del hogar	5,1
Total, ponderación		100 %

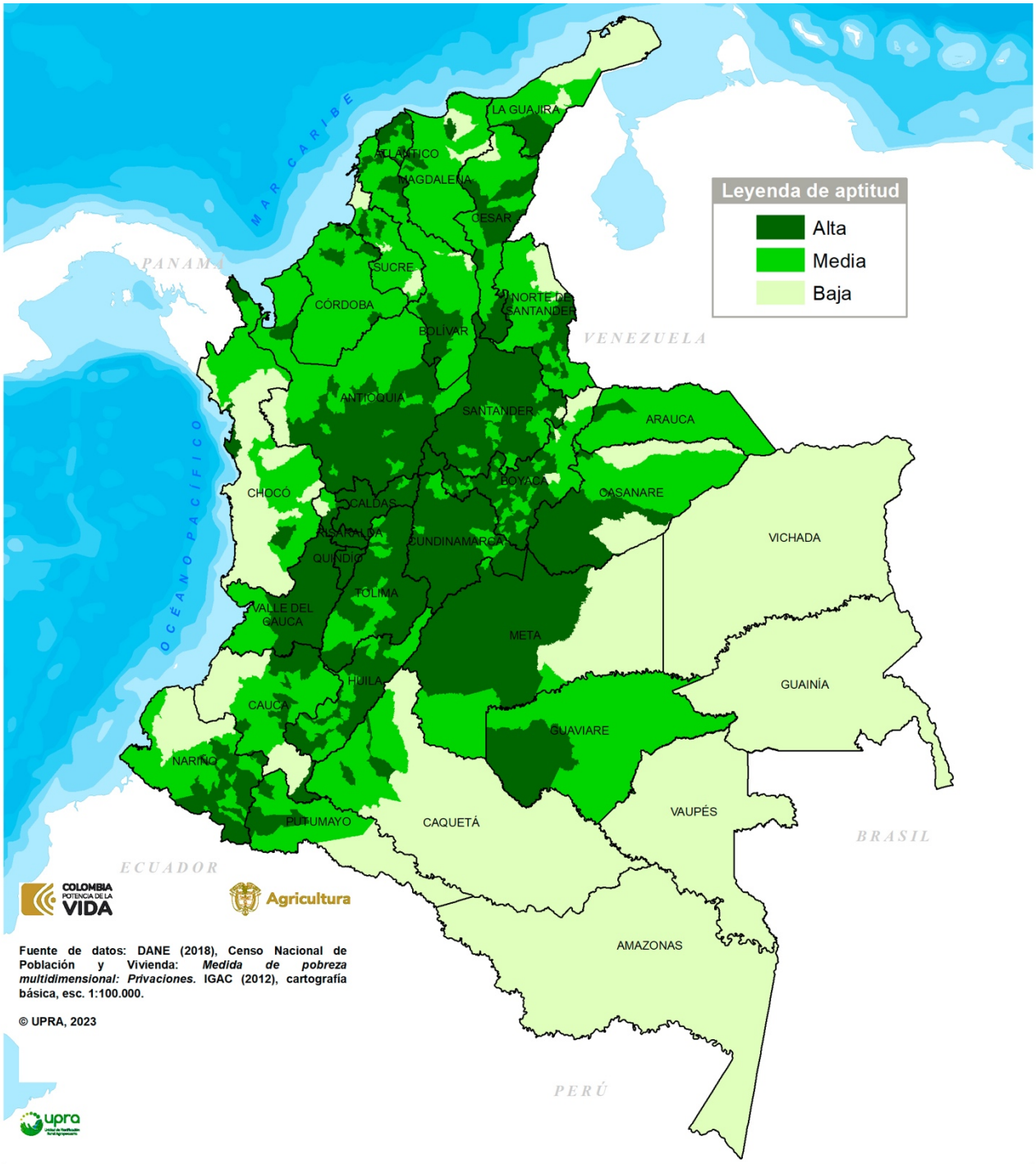
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. Bogotá: DANE.

_. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018. Recuperado de: 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA

3.7.1. Variable *trabajo*

<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 DE CARNE OVINA (Ovis aries) EN PASTOREO</td></tr>
<tr><td colspan="4">COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL</td></tr>
<tr><td colspan="4">CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE VIDA</td></tr>
<tr><td>VARIABLE: trabajo</td><td colspan="3">UNIDAD DE MEDIDA: porcentaje de hogares con privaciones</td></tr>
<tr><td rowspan="4" colspan="2">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

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 un hogar cuando el número de personas por miembro ocupado es igual o mayor a 3.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar los territorios rurales cuya incidencia de privaciones en aspectos relacionados con el trabajo de los hogares es menos generalizada y se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo. Los municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones de trabajo, que reflejan mejores tasas de dependencia y empleo informal, cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas, por lo que requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con ello, se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa la competitividad. Los 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, lo cual limita el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información. Se utilizó 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 fue posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso. Por sonsigiente, se tomaron los indicadores de empleo informal y tasa de dependencia para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reportó información sin un orden específico, puesto que no necesariamente los municipios que tenían un alto nivel de privación por empleo informal correspondieron a municipios con altos niveles de privación por tasa de dependencia.

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 en el cual se determinó que la publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en la estimación de la gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y de la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas sólo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible obtener 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; puntualmente, en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. La información se presentó consistente al estar expresada en valores que oscilan entre 61,4 y 100 % para *empleo informal*, y entre 13,3 y 97,7 % para *tasa de dependencia*, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realizó un análisis de consistencia en la que se

observó la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determinó el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico el dato cuyo rango intercuartílico se encuentra 1,5 veces el por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir: un dato es atípico si se encuentra por fuera del siguiente intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil, respectivamente, de la distribución de los datos; y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentó más del 5 % de datos atípicos, se decidió utilizar el método *k*-medias. El resultado es el método multivariado de *k*-medias.

Clasificación por aptitud. El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. De tal suerte, si *d*(*i*, *j*) es mayor a *d*(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos) definido, en este caso, en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3; por tratarse de un agrupamiento multivariado, estuvo sesgado por el orden de presentación inicial de los datos. Los pasos para la estimación del clúster de *k*-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenan los datos de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que, en este caso, estuvo relacionada con las privaciones que se relacionan inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en tres grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (tres) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los tres posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias consideró una fase de validación que consistió en evaluar la existencia de *clusters* que sólo estaban integrados por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *clusters* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos, y comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados estaban describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio. La validación se pudo desarrollar por criterios internos y externos, que aporten información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza; o 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).

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 describió 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 porcentaje de hogares con privaciones, como se muestra a continuación:

Aptitud	Trabajo informal	Tasa de dependencia
	Porcentaje de hogares con privaciones	
Alta	85,3	30,3
Media	92,6	45,3
Baja	94,7	69,1

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje de hogares con privaciones.

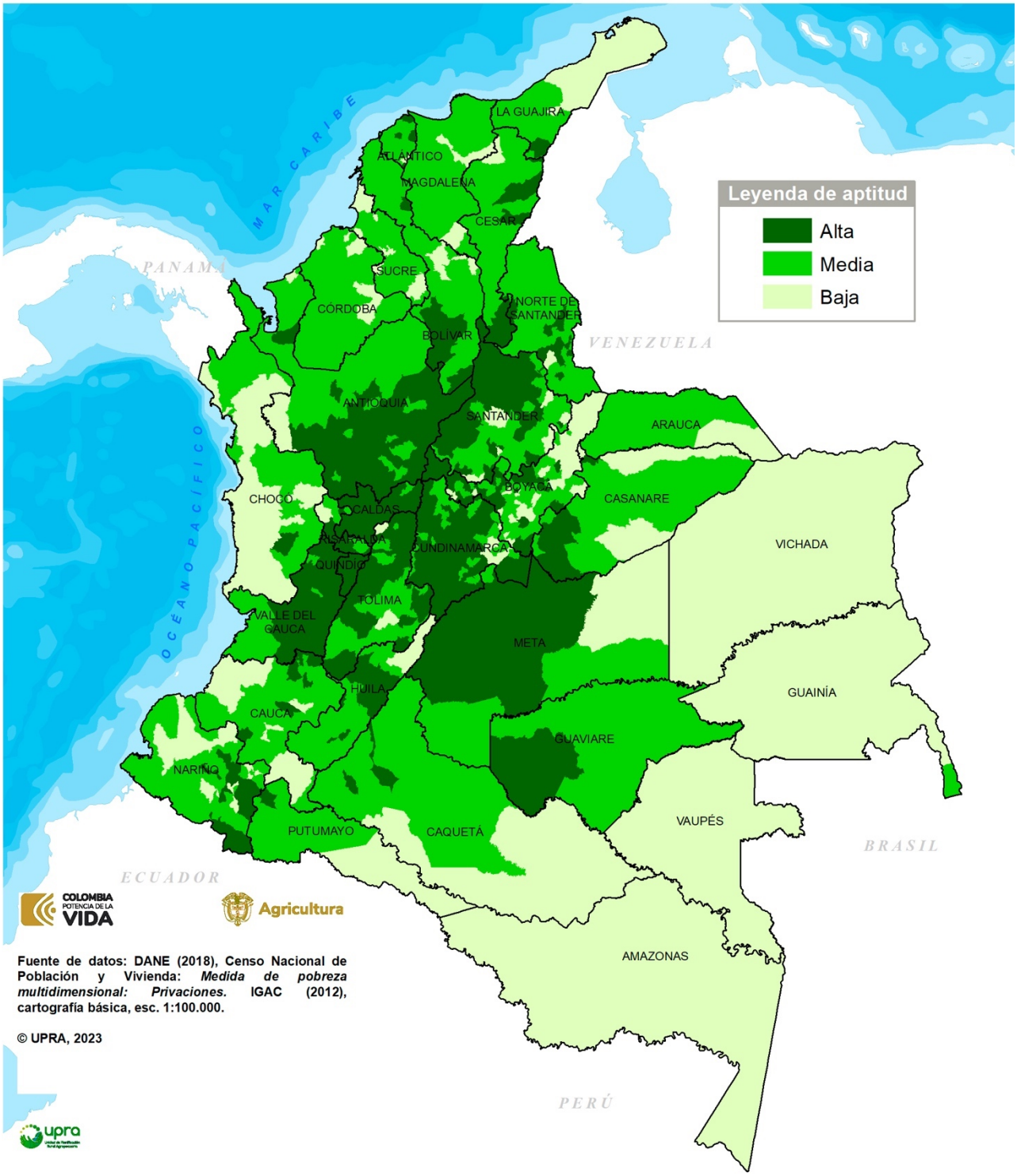
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. 31 de enero de 2020.

_. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018, Recuperado de: 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable trabajo

3.7.2 Variable *salud*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *sin aseguramiento en salud* y *barreras de acceso a servicios de salud*. El indicador *sin aseguramiento en salud* considera privado un hogar cuando al menos uno de sus integrantes mayores de cinco años no cuenta con aseguramiento a seguridad social en salud; mientras que el indicador *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 los 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. Los municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en su salud, es decir, que reflejan mejores tasas de aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios, cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas, por lo que requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con ello, se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad. Los 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, lo cual limita el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información. Se utilizó 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 fue posible obtener desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso. Igualmente, se tomaron 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 reportó información sin un orden específico, puesto que no necesariamente los municipios que tuvieran una alta privación en aseguramiento en salud correspondieran a municipios con altos niveles de barreras de acceso a estos servicios.

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 el cual se determinó que la publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en la estimación de la gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y de la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas sólo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, fue posible obtener la 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; puntualmente, en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. La información se presentó consistente al estar expresada en valores que oscilan entre 0,1 y 44,2 % para *barreras de acceso a servicios de salud* y entre 3,4 % y 68,7 % para *sin aseguramiento en salud*, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realizó un análisis de consistencia en la que se observó la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determinó el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la

metodología de evaluación de tierras, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico el dato cuyo rango intercuartílico se encuentra 1,5 veces por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir: un dato es atípico si se encuentra por fuera del siguiente intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil, respectivamente, de la distribución de los datos; y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentó más del 5% de datos atípicos, se decidió utilizar el método *k*-medias. El resultado fue el método multivariado de *k*-medias.

Clasificación por aptitud. El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. En consecuencia, si *d*(*i*, *j*) es mayor a *d*(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos) definido, en este caso, en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3; por tratarse de un agrupamiento multivariado, estuvo sesgado por el orden de presentación inicial de los datos. Los pasos para la estimación del *cluster* de *k*-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenaron los datos de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que, en este caso, estuvo relacionada con las privaciones que se relacionan inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en tres grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) que se calculó como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (tres) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los tres posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos al *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias considera una fase de validación que consiste en evaluar la existencia del *cluster* que sólo está integrado por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *cluster* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos: y 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 pudo desarrollar por criterios internos externos que aportaran información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza; o por criterios internos generados a partir de los propios datos, como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre *clusters* (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). De tal forma, se describió 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 porcentaje de hogares con privaciones, como se puede observar en la siguiente tabla:

Aptitud	Barreras de acceso a servicios	Sin aseguramiento en salud
	Porcentaje de hogares con privaciones	
Alta (A1)	3,3	12,7
Media (A2)	13,5	13,4
Baja (A3)	6,6	33,0

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje de hogares con privaciones.

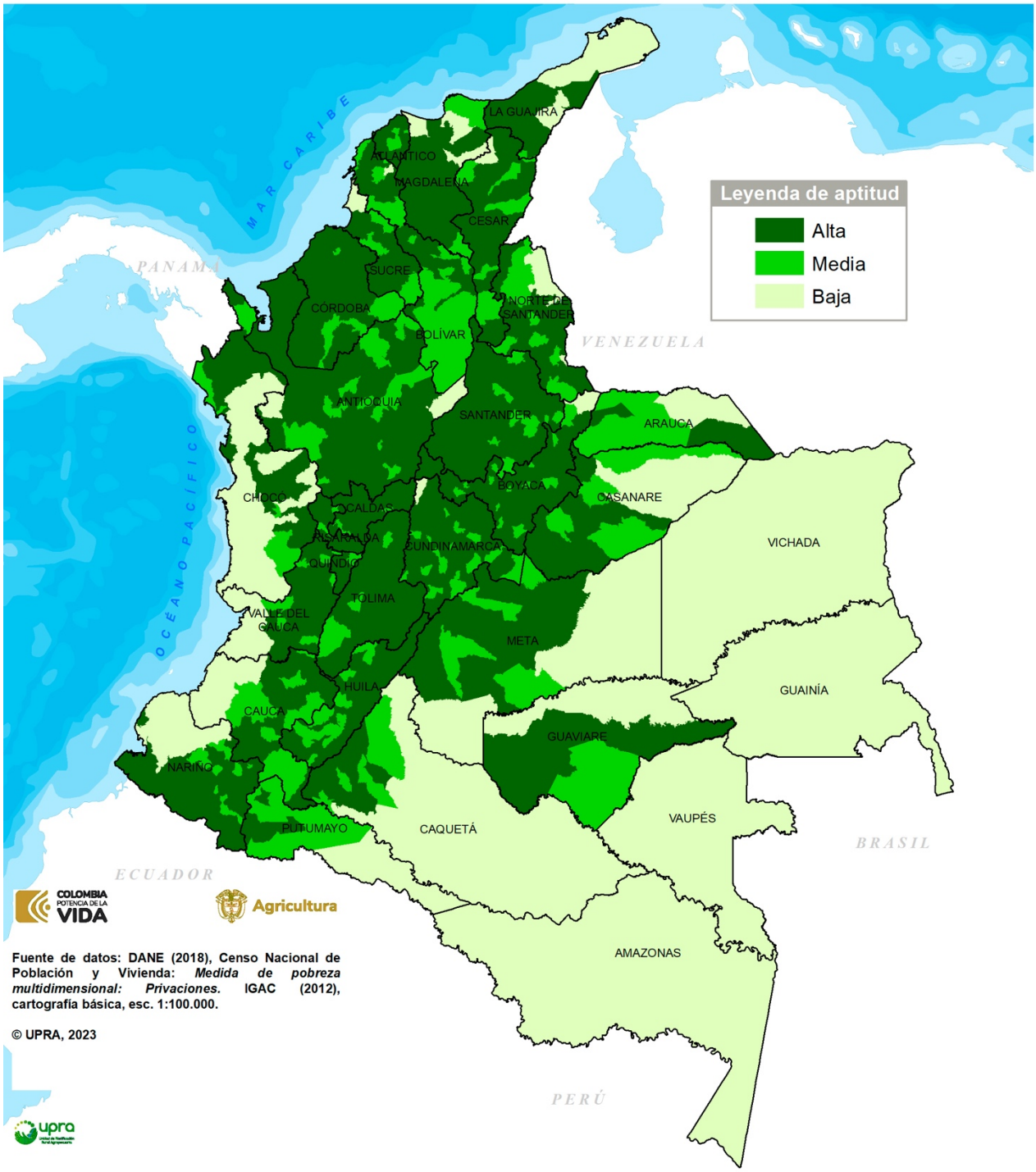
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV. (2018). Bogotá: DANE.

DANE. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018. Recuperado de: 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable salud

3.7.3 Variable *condiciones de la niñez y la juventud*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

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 *inasistencia escolar* considera privado un hogar cuando al menos un niño, niña o adolescente, de entre 6 y 16 años no asiste al colegio. El indicador *rezago escolar* considera privado un hogar cuando al menos un niño, niña o adolescente entre 7 y 17 años tiene dos o tes años más que el promedio de edad esperado para cursar un determinado grado. El indicador *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 sólo o bajo el cuidado de un pariente menor de 18 años. El indicador *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 los 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. Los municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en las condiciones de la niñez y la juventud, es decir, 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, por lo que

requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con ello, se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa la competitividad. Los 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, lo cual limita el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información. Se utilizó 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 esta razón, es posible obtener desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso. Se tomaron los indicadores *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 reportó información sin un orden específico, puesto que, por ejemplo, no necesariamente los municipios que tuvieran un alto nivel de privaciones por inasistencia escolar correspondieron a municipios con altos niveles de rezago escolar.

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 el cual se determinó que la publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en la estimación de la gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y de la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas sólo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible obtener 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; puntualmente, en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. La información se presentó consistente al estar expresada en valores que oscilan entre 0,3 y 34,6 % para *barreras de acceso a servicios de cuidado para la primera infancia*; entre 0,1 y 12,7 % para *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 realizó un análisis de consistencia en la que se observó la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determinó el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico el dato cuyo rango intercuartílico se encuentra 1,5 veces por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir: un dato es atípico si se encuentra por fuera del siguiente intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil, respectivamente, de la distribución de los datos; y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentó más del 5 % de datos atípicos, se decidió utilizar el método *k*-medias. El resultado fue el método multivariado de *k*-medias.

Clasificación por aptitud. El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. Por lo tanto, si *d*(*i*, *j*) es mayor a *d*(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos) definido, en este caso, en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3; por tratarse de un agrupamiento multivariado, estuvo 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 ordenaron los datos de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que, en este caso, estuvo relacionada con privaciones que se asocian inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva;

2. El total de datos disponibles se dividió en tres grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento;

3. Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (tres) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

4. Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los tres posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

5. Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos al *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias consideró una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integrados por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *cluster* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y 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 pudo desarrollar por criterios internos y externos que aportaran información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza; o por criterios internos generados a partir de los propios datos, como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre *clusters* (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 porcentaje de hogares con privaciones, como se muestra a continación:

Aptitud	Barreras de acceso	Trabajo infantil	Inasistencia escolar	Rezago escolar
	Porcentaje de hogares con privaciones (%)			
Alta	1,7	1,7	4,2	15,7
Media	3,3	3,2	8,0	26,3
Baja	13,0	3,5	16,4	42,5

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje de hogares con privaciones.

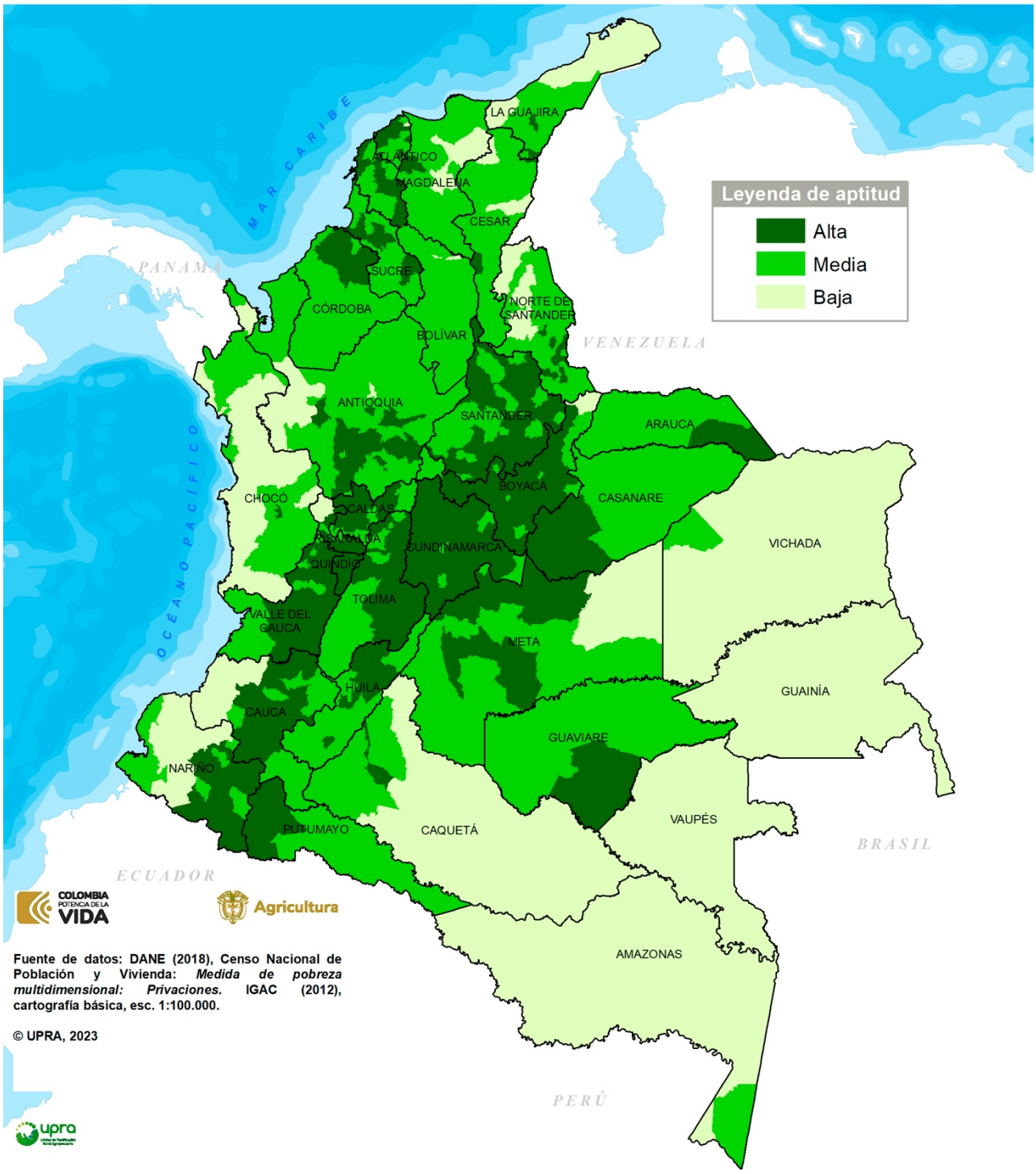
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. Bogotá: DANE.

_. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018. Recuperado de: 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable condiciones en niñez y juventud

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 DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 *hacinamiento crítico*, *pisos y paredes exteriores inadecuadas*, *inadecuada eliminación de excretas* y *sin acceso a fuentes de agua mejorada*. El indicador *hacinamiento crítico* considera privado un hogar cuando hay más de tres personas por cuarto en la vivienda. El indicador *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 *pisos inadecuados* considera privados a los hogares que tienen pisos en tierra. El indicador *inadecuada eliminación de excretas* considera privado a un hogar si tiene inodoro sin conexión, letrina, bajamar o no tiene servicio sanitario. El indicador *acceso a servicio de agua mejorada* considera un hogar privado cuando obtiene el agua para preparar los alimentos de pozo sin bomba, agua lluvia, río, manantial, carrotanque, aguatero, agua embotellada o en bolsa.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar los 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. Los 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, por lo que requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con ello, se incrementa la

probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa la competitividad. Los 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, lo cual limita el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información. Se utilizó 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 obtener desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso. De esta manera, se tomaron 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 reportó información sin un orden específico, puesto que no necesariamente los municipios tenían un alto nivel de privación en sus condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios.

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 el cual se determinó que la publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en la estimación de la gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y de la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas sólo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, fue posible obtener 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; puntualmente, en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. La información se presentó consistente al estar expresada en valores que oscilan entre 0,4 y 58,1 % para *hacinamiento crítico*; entre 0,5 y 97,6 % para *inadecuada eliminación excretas*; entre 0,1 y 75,7 % para *material inadecuado en paredes exteriores*: entre 0,1 y 92,1% para *material inadecuado de pisos*; y entre 0,4 y 97,1 % para *sin acceso a fuentes de agua mejorada*, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Acto seguido, se realizó un análisis de consistencia en la que se observó la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determinó el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico el dato cuyo rango intercuartílico se encuentra 1,5 veces por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir: un dato es atípico si se encuentra por fuera del siguiente intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil, respectivamente, de la distribución de los datos; y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentó más del 5 % de datos atípicos, la decisión fue utilizar el método *k*-medias. El resultado fue el método multivariado de *k*-medias.

Clasificación por aptitud. El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. Así pues, si *d*(*i*, *j*) es mayor a *d*(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos) definido, en este caso, en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3; por tratarse de un agrupamiento multivariado, estuvo sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.Los pasos para la estimación del clúster de K-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenaron los datos de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que, en este caso, estuvo relacionada con las privaciones que se asocian inversamente a los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en tres grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del *cluster*) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (tres) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los tres posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos al *cluster* hasta que los centroides dejaron de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias consideró una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *cluster* que sólo está integrado por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *clusters* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados estaban describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio. La validación se pudo desarrollar por criterios internos y externos que aportaron información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza; o por criterios internos generados a partir de los propios datos, como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre *clusters* (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). De esta manera se describió 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 porcentaje de hogares con privaciones, como se muestra en la siguiente tabla:

Aptitud	Hacinamiento critico	Inadecuada eliminación de excretas	Inadecuado material de paredes exteriores	Inadecuado material de piso	Sin acceso a fuentes de agua mejorada
	Porcentaje de hogares con privaciones				
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 de hogares con privaciones.

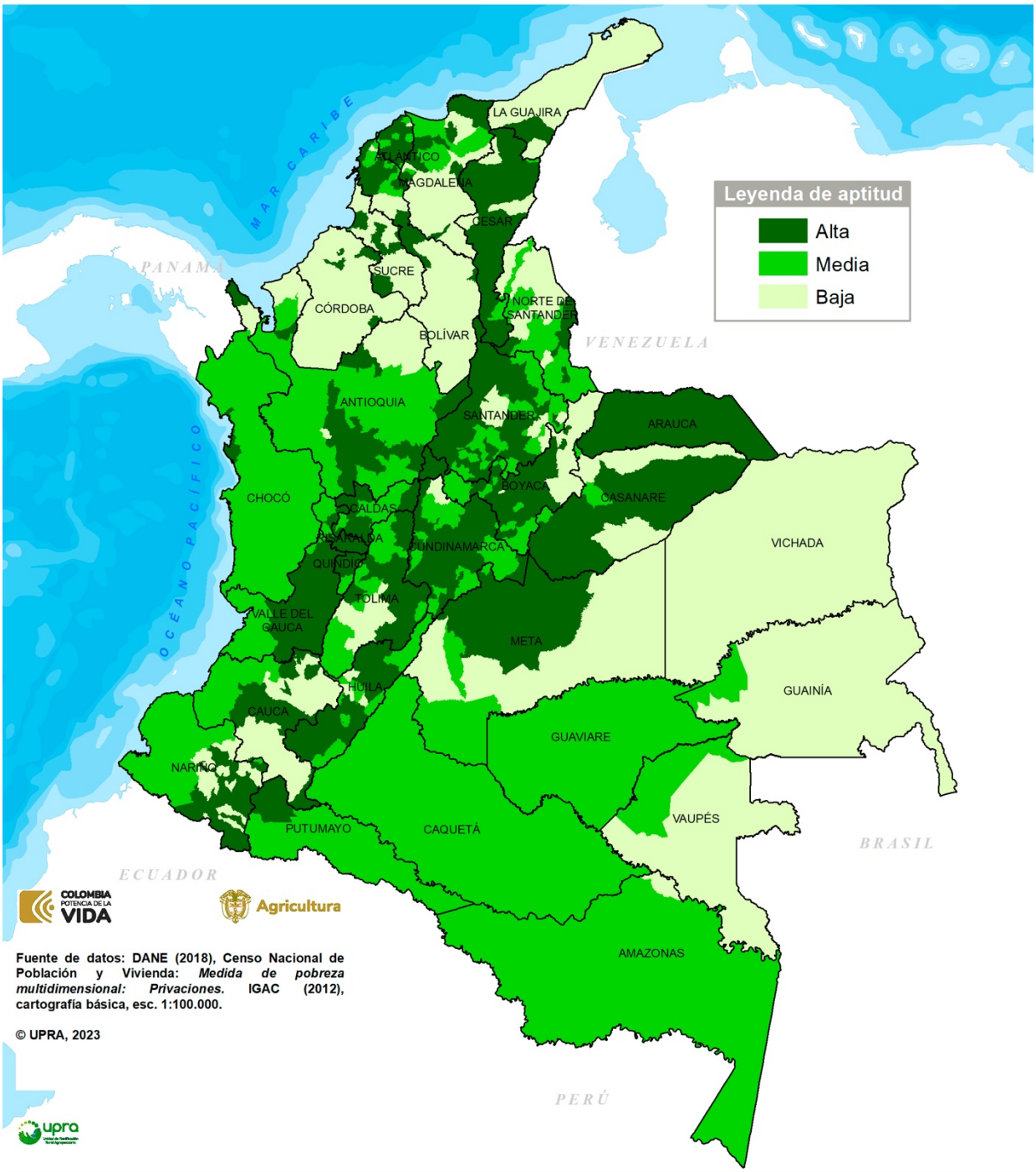
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. Bogotá; DANE.

_. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018. Recuperado de: 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable condiciones en vivienda y servicios públicos

3.7.5 Variable *condiciones educativas del hogar*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Promedio de los porcentajes de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los indicadores *analfabetismo* y *bajo logro educativo*. El indicador *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 *bajo logro educativo* considera privado a un hogar cuando el promedio de escolaridad de los integrantes de 15 años o más es menor a nueve años.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar los 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. Los 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, por lo que requieren de una menor inversión social para potenciar sus capacidades. Con ello, se incrementa la probabilidad de acceder a certificaciones de buenas prácticas por parte de los productores, lo que incrementa su competitividad. Los municipios con mayores niveles de porcentaje de hogares en situación de privación en 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, lo cual limita el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información. Se utilizó 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 obtener desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso. Así mismo, se tomaron los indicadores *analfabetismo* y *bajo logro educativo* para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reportó información sin un orden específico, puesto que no necesariamente los municipios que tenían un alto analfabetismo correspondieron a municipios con altos niveles de bajo logro educativo.

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 el cual se determinó que la publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en la estimación de la gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y de la encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas sólo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, fue posible obtener la 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 este sentido, la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE; puntualmente, en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

Análisis de la consistencia y preparación de la información. La información se presentó consistente al estar expresada en valores que oscilan entre 2,4 y 57,7 % para *analfabetismo*; y entre 27,4 y 96,7 % para *bajo logro educativo*, con información disponible para todos los municipios y

corregimientos no municipalizados del país. En tal sentido, se realizó un análisis de consistencia en la que se observó la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determinó el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evaluó la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico el dato cuyo rango intercuartílico se encuentra 1,5 veces por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir: un dato es atípico si se encuentra por fuera del siguiente intervalo:

$$[Q_1 - 1{,}5 * RI, Q_3 + 1{,}5 * RI]$$

donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil, respectivamente, de la distribución de los datos; y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentó más del 5 % de datos atípicos, la decisión consistió en utilizar el método *k*-medias. El resultado fue el método multivariado de *k*-medias.

Clasificación por aptitud. El algoritmo *k*-medias, como otros métodos de agrupamiento, parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y cuyos 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 *intraclusters* y maximizar la distancia *interclusters*, partiendo de la distancia como medida de similitud. Ergo, si *d*(*i*, *j*) es mayor a *d*(*i*, *k*), el objeto *i* es más parecido a *k* que a *j*. El método *k*-medias, desarrollado por MacQueen en el año 1967, se basa en un único parámetro (número de grupos) definido, en este caso, en tres para las aptitudes A1, A2 y A3; por tratarse de un agrupamiento multivariado, estuvo sesgado por el orden de presentación inicial de los datos. Los pasos para la estimación del *cluster* de *k*-medias fueron los siguientes:

a) Se ordenaron los datos de menor a mayor según la incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que, en este caso, estuvo relacionada con las privaciones que se asocian inversamente a los niveles de aptitud para la cadena productiva;

b) El total de datos disponibles se dividió en tres grupos y se calculó el centroide (centro geométrico del closter) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propuso fue el promedio aritmético de cada agrupamiento;

c) Dado que el algoritmo *k*-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calculó para cada dato el cuadrado de las diferencias de éste con los centroides de los *clusters* inicialmente calculados (tres) y se sumaron los valores para todos los datos del mismo *cluster*;

d) Se asignó cada elemento al *cluster* cuyo dato fuera el mínimo de los tres posibles y se recalcularon los centroides con los nuevos agrupamientos;

e) Iterativamente, se fueron actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos al *cluster* hasta que los centroides dejaran de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento *k*-medias consideró una fase de validación que consiste en evaluar la existencia de *culsters* que sólo estaban integrados por datos extremos (*outliers*); comparar dos conjuntos de *clusters* alternativos evaluando la consistencia con los fenómenos socioeconómicos; y comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados estaban describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio. La validación se pudo desarrollar por criterios internos y externos que aportaran información adicional, como los relacionados con la entropía y la pureza; o por criterios internos generados a partir de los propios datos, como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre *clusters* (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). De tal modo, se describió 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 porcentaje de hogares con privaciones, como se muestra a continuación:

Aptitud	Analfabetismo	Bajo logro educativo
	Porcentaje de hogares con privaciones	
Alta (A1)	12,20	59,89
Media (A2)	18,50	81,61
Baja (A3)	33,75	82,90

UNIDAD DE ANÁLISIS

Porcentaje de hogares con privaciones.

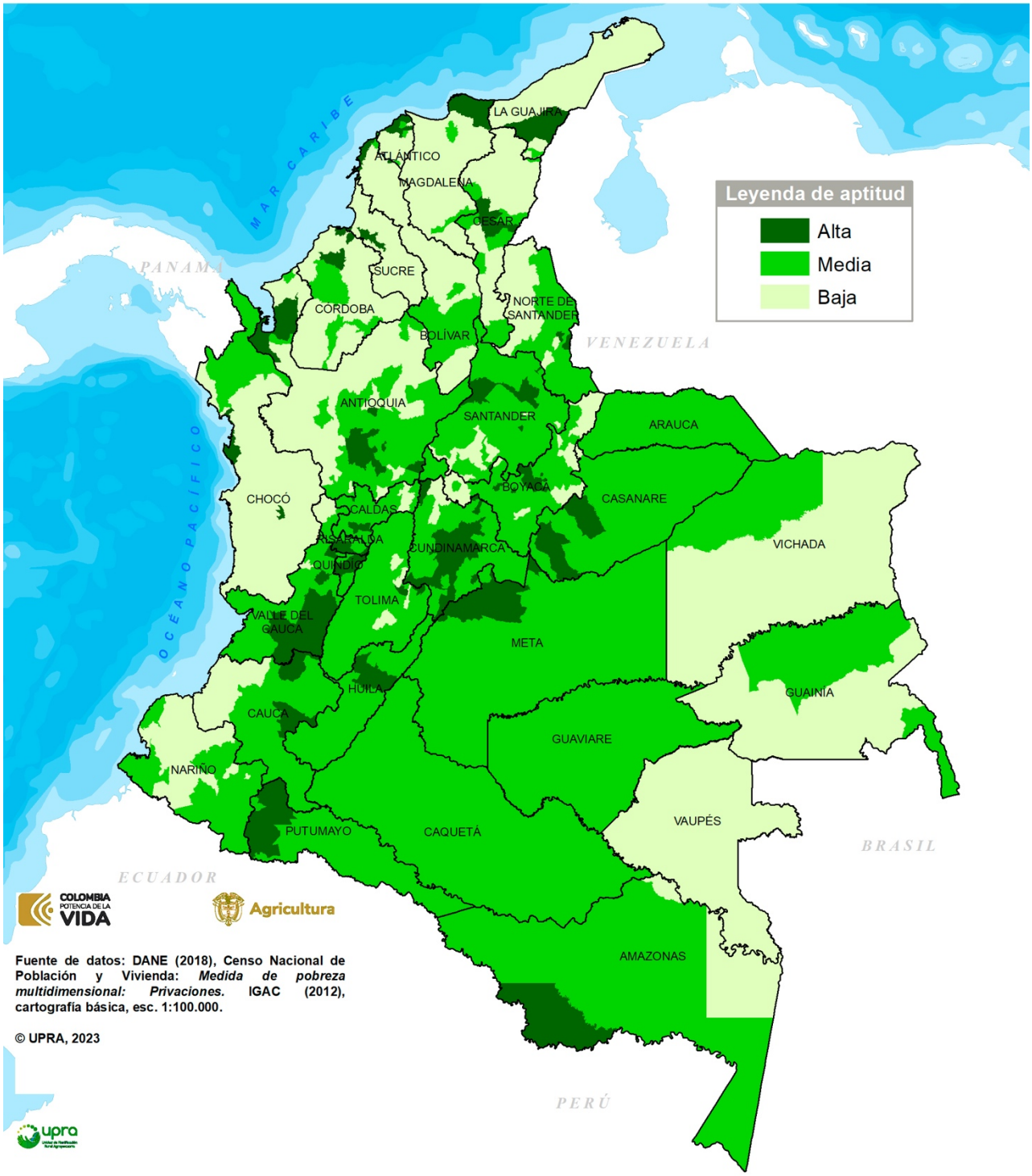
FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2020). Boletín técnico Medida de Pobreza Multidimensional Municipal CNPV 2018. Bogotá: DANE.

_. (2020). Medida de pobreza multidimensional municipal de fuente censal 2018. Recuperado de: 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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA
Variable condiciones educativas del hogar

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales

4.1 Criterio *exclusiones legales*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: *EXCLUSIONES LEGALES*		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Ecosistemas estratégicos, que corresponden a los polígonos de páramos.

Áreas protegidas, que corresponden a los polígonos de áreas del sistema de parques nacionales naturales; polígonos de parques naturales regionales; 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, que de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, establecen como exclusiones las siguientes áreas: los bosques de galería; las rondas de caño y los ríos secundarios *buffer* de 30 metros; las rondas principales *buffer* de 100 metros, el parque municipal Yucao; la reserva natural del Alto de Menegua; y las microcuencas que surten acueductos.

Áreas urbanas, que son áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que, por lo general, cuentan con una dotación de servicios esenciales, 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, que son áreas arqueológicas protegidas, declaradas mediante resolución, y han sido adaptadas para recibir visitantes, pero se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh), lo cual 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 ambiental (PMA) cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).

Planes de ordenación forestal, que 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, Ley 2 de 1959, tipo A, que corresponden 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: los ecosistemas estratégicos, como los páramos; las áreas protegidas, como las áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, los parques naturales regionales, las reservas forestales protectoras y las zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM; otras áreas protegidas locales; áreas urbanas, como las ciudades capitales y centros poblados; los parques arqueológicos; y las reservas forestales nacionales tipo A.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar la actividad productiva agrícola, 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, los títulos mineros y las 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. Al respecto, señala que “el objetivo central de las normas

ambientales es subordinar el interés privado", que representa la actividad económica, al interés público o social y 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 estas 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 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) hasta que se cuente con la cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202). Por su parte, 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 la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistemas. Esta decisión existe no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también por 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 886 de 2018 (MADS, 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 ha avanzado 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 Ministerio de Agricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y otras entidades adscritas.

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; los santuarios de fauna;

los 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.

Parques naturales regionales. De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se consideran 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. De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se hayan puesto 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 acuerdo con el plan básico de ordenamiento (PBOT) del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de 2012 de Cormacarena, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: los bosques de galería; las rondas de caño y ríos secundarios *buffer* de 30 metros; las rondas principales *buffer* de 100 metros; el parque municipal Yucao; la reserva natural del Alto de Menegua; y las microcuencas que surten acueductos.

Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM. De acuerdo con 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 para la preservación y recuperación para la preservación en los distritos de manejo integrado (DMI) que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son la recuperación para la preservación sur; la recuperación para la preservación norte; la vertiente oriental; y la recuperación para la preservación sur. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: para el DMI Macarena norte, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de preservación; y la zona de recuperación para la preservación, es decir, las áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración. Para el DMI Losada-Perdido, la zona de recuperación para la producción, es decir, las 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, como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018). La *cabecera municipal* es el 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. El *centro poblado* es la concentración mínima de veinte 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, declaradas mediante una resolución, los cuales han sido adaptadas para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh), por lo cual se 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, Ley 2 de 1959, zonas tipo A. Las zonas de reserva forestal nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: la ZRFN del Pacífico; la ZRFN central; la ZRFN del río Magdalena; la ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta; la ZRFN de la serranía de Los Motilones; la ZRFN del Cocuy; y la ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C. Las zonas tipo A son las que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados 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 que imposibilitan generalizar la información. En lo referente a los ecosistemas estratégicos, las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos, pues abarcan grandes extensiones que pueden incluir zonas

con algún grado de aptitud. Ebtonces, se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o los ajustes que adelanta el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt .

Respecto a las áreas protegidas, la principal limitante para analizar las áreas protegidas 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*, de carácter regional y nacional, en las cuales queda implícito que, en el futuro, una parte de estas áreas será elevada a la categoría de área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Esto devela 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 de espacialización cartográfica por parte del Icanh. 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 zonas de reserva forestal nacional establecen que en las zonas tipo A, B o C se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente (Resolución 1922 de 2013, MADS, 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, 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

La metodología de evaluación se fundamentó en un análisis profundo de las normas vigentes. Para generar la información espacial, se partió 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 generó un mapa que identificara las variables evaluadas, la cuales serán sujeto de exclusión.

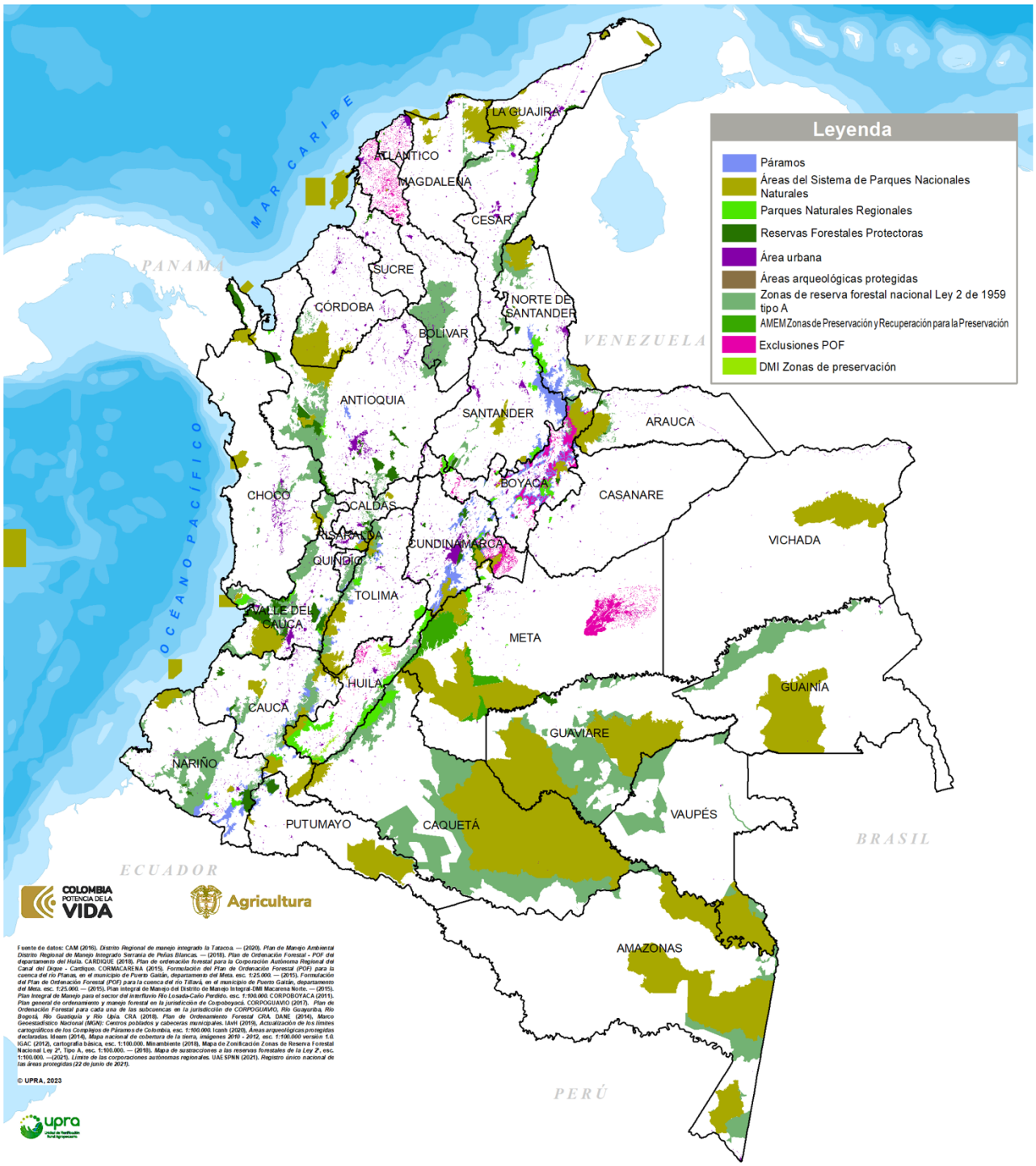
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplica, por tratarse de una exclusión legal.

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. Bogotá: IAVH.
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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



Fuente de datos: CAM (2016). *Distrito Regional de manejo integrado la Tatacoa.* — (2020). *Plan de Manejo Ambiental Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas.* — (2018). *Plan de Ordenación Forestal - POF del departamento del Huila.* CARDIQUE (2018). *Plan de ordenación forestal para la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique - Cardique.* CORMACARENA (2015). *Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta.* esc. 1:25.000. — (2015). *Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del río Tillavá, en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta.* esc. 1:25.000. — (2015). Plan integral de Manejo del Distrito de Manejo Integral-DMI Macarena Norte. — (2015). *Plan Integral de Manejo para el sector del interfluvio Río Losada-Caño Perdido.* esc. 1:100.000. CORPOBOYACA (2011). *Plan general de ordenamiento y manejo forestal en la jurisdicción de Corpoboyacá.* CORPOGUAVIO (2017). *Plan de Ordenación Forestal para cada una de las subcuencas en la jurisdicción de CORPOGUAVIO, Río Guayuriba, Río Bogotá, Río Guatiquía y Río Upía.* CRA (2018). *Plan de Ordenamiento Forestal CRA.* DANE (2014), Marco Geoestadístico Nacional (MGN): Centros poblados y cabeceras municipales. IAvH (2019), *Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia,* esc. 1:100.000. Icanh (2020), *Áreas arqueológicas protegidas declaradas.* Ideam (2014), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010 - 2012,* esc. 1:100.000 versión 1.0. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2018), Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, esc. 1:100.000. — (2018). *Mapa de sustracciones a las reservas forestales de la Ley 2ª,* esc. 1:100.000. —(2021). *Límite de las corporaciones autónomas regionales.* UAESPNN (2021). *Registro único nacional de las áreas protegidas (22 de junio de 2021).*

© UPRA, 2023

EXCLUSIONES LEGALES

4.1.1 Variable *ecosistemas estratégicos (páramos)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 desempeñan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos. Prestan bienes y servicios ecológicos importanntes, como la regulación del clima y de la humedad; la provisión de agua para 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 control de plagas (Márquez, 2003). La zonificación considera 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. 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 éstos. Al respecto, la norma 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. Pero si alguna de estas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para 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 que se cuente con una cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202). 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 la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistemas. Esta decisión se toma no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también por 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 886 del 2018 (MADS, 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 ha avanzado 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 y la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Ministerio de Agricultura 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.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud para la producción de carne de ovino (*Ovis aries*) en pastoreo, los ecosistemas estratégicos desempeñan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos. No sólo son áreas de importancia natural, sino que también ejercen 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. Abarcan 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 los ajustes que adelanta el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el IAvH.

UNIDAD DE ANÁLISIS

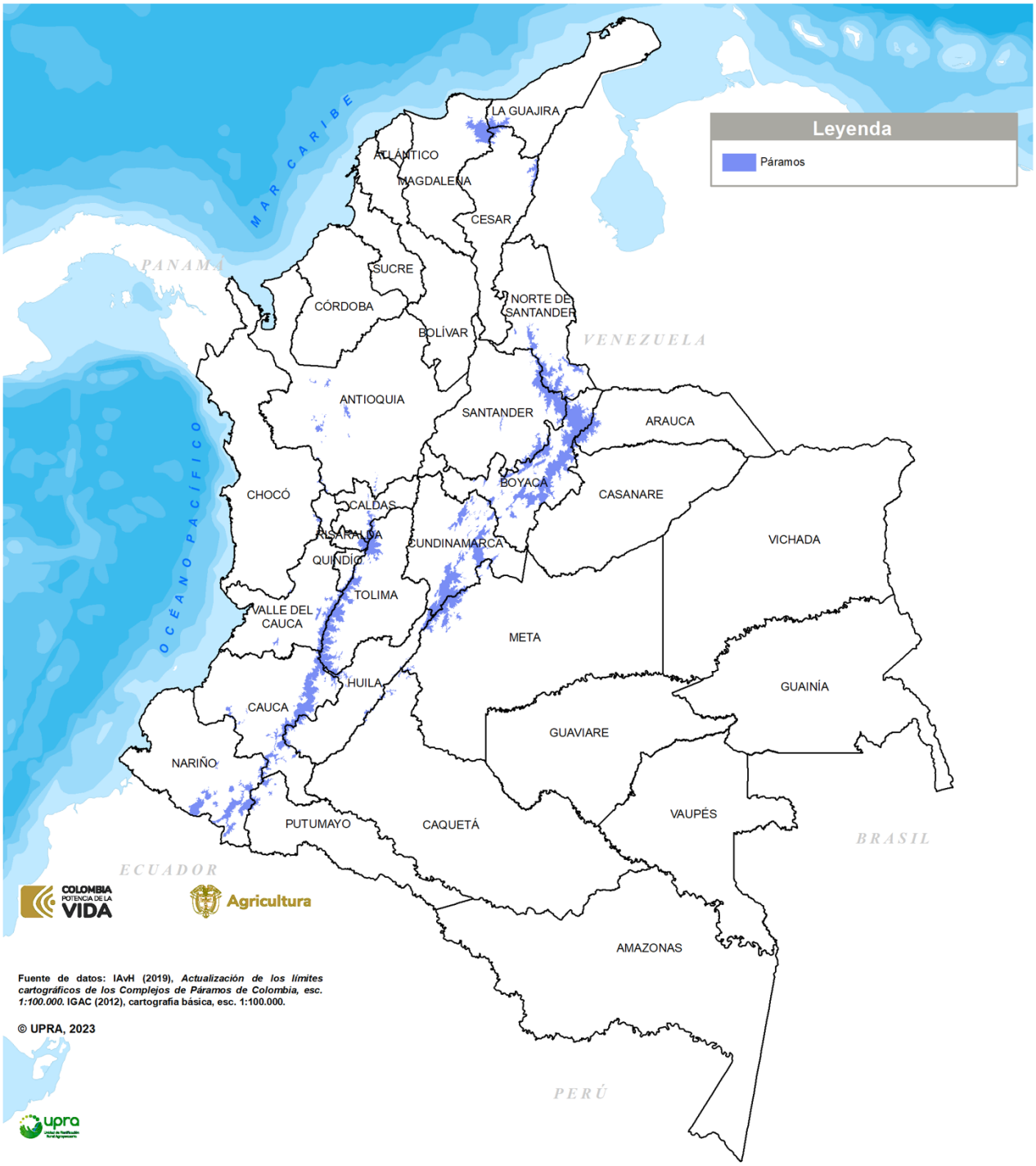
Polígonos de páramos.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IAvH (2019), *Actualización de los límites cartográficos de los Complejos de Páramos de Colombia, esc. 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

EXCLUSIONES LEGALES
Variable ecosistemas estratégicos

4.1.2 Variable *áreas protegidas*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 las siguientes:

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; los santuarios de fauna, los 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.

Parques naturales regionales. De conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se consideran un 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 consideran espacios geográficos cuyos ecosistemas de bosque mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido

modificadas y los valores naturales asociados se hayan puesto 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 AMEM. 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 define las zonas para la preservación y recuperación en los distritos de manejo integrado (DMI) que hacen parte del AMEM las zonas identificadas como exclusiones, a saber: la recuperación para la preservación sur; la recuperación para la preservación norte y la vertiente oriental. De este modo, se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones: para el distrito de manejo integrado (DMI) Macarena norte, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de preservación; y la zona de recuperación para la preservación, es decir, las áreas de uso de preservación y las áreas de uso de restauración. Para distrito de manejo integrado (DMI) Losada-Perdido, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de preservación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud para la producción de carne de de ovino (*Ovis aries*) en pastoreo, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normativa 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*, de carácter regional y nacional, en las cuales queda implícito que en el futuro es posible que una parte de éstas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambie de condicionante a exclusión legal. Lo anterior revela la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

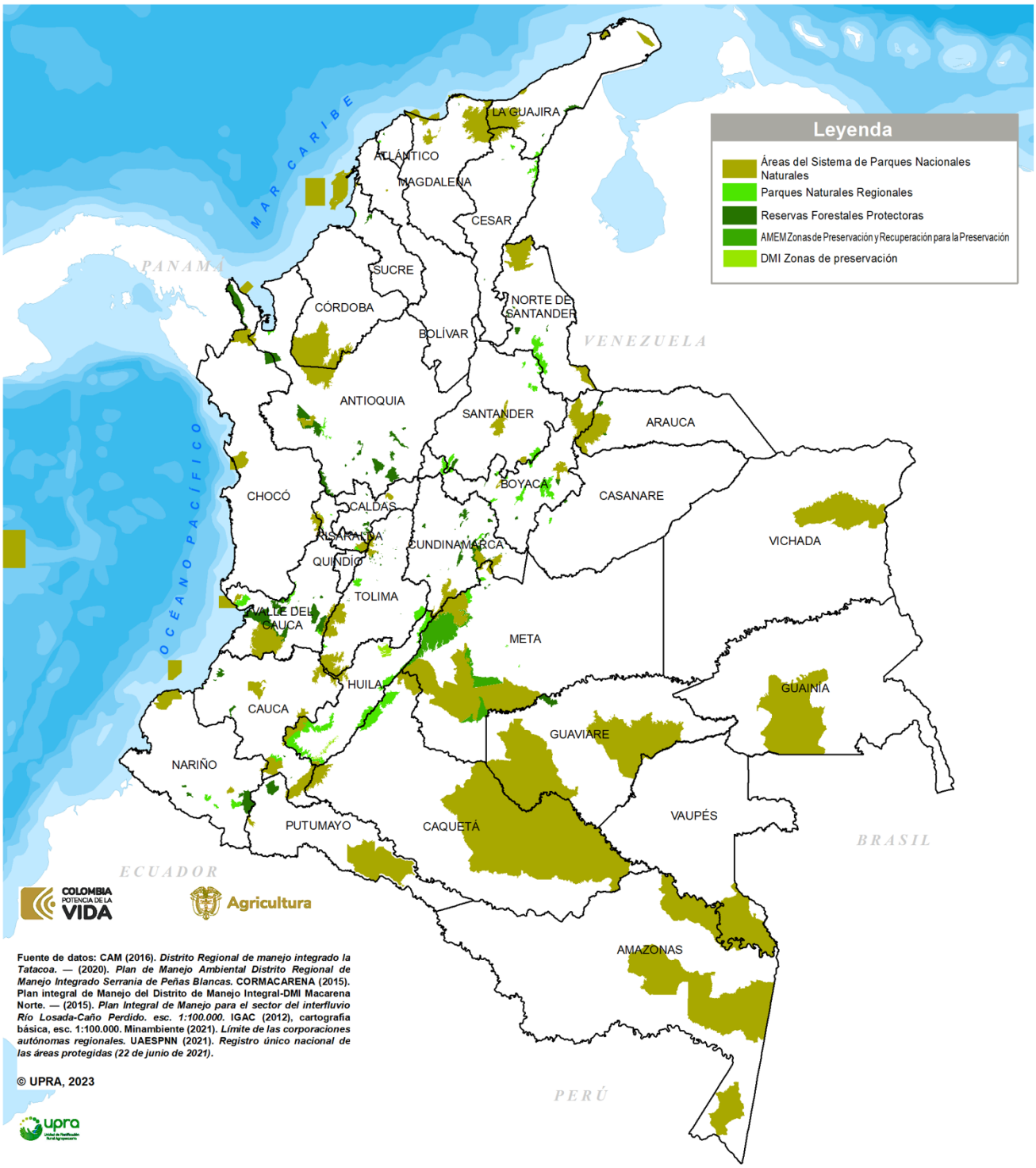
UNIDAD DE ANÁLISIS

Áreas del Sistema de parques nacionales naturales; los polígonos de parques naturales regionales; y los polígonos de las reservas forestales protectoras.

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.
_. (2019). Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: **CAM (2016).** ***Distrito Regional de manejo integrado la Tatacoa.*** **— (2020).** ***Plan de Manejo Ambiental Distrito Regional de Manejo Integrado Serrania de Peñas Blancas.*** **CORMACARENA (2015). Plan integral de Manejo del Distrito de Manejo Integral-DMI Macarena Norte. — (2015).** ***Plan Integral de Manejo para el sector del interfluvio Río Losada-Caño Perdido. esc. 1:100.000.*** **IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2021).** ***Límite de las corporaciones autónomas regionales.*** **UAESPNN (2021).** ***Registro único nacional de las áreas protegidas (22 de junio de 2021).***

© UPRA, 2023

EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas protegidas

4.1.3 Variable *áreas urbanas*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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, 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. La cabecera municipal es el 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. El centro poblado es una concentración mínima de veinte 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.

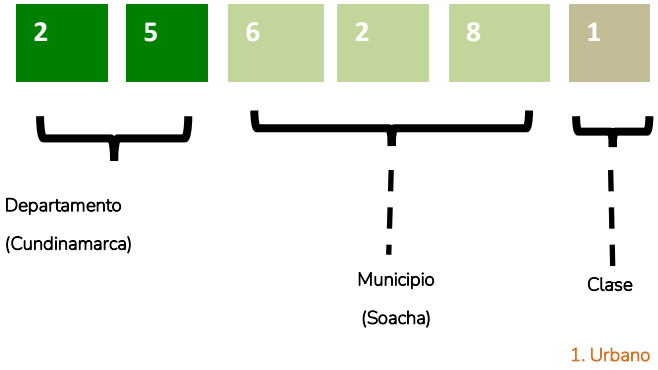
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La escala cartográfica para el tratamiento de los datos es 1:100.000, por lo que se recomienda consultar las 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

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



Los datos tomados del mapa de coberturas del Ideam se relacionan con 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 hectáreas, es decir: a la escala cartográfica de trabajo no son visibles.

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos correspondientes a cabeceras municipales y centros poblados.

FUENTES DE INFORMACIÓN

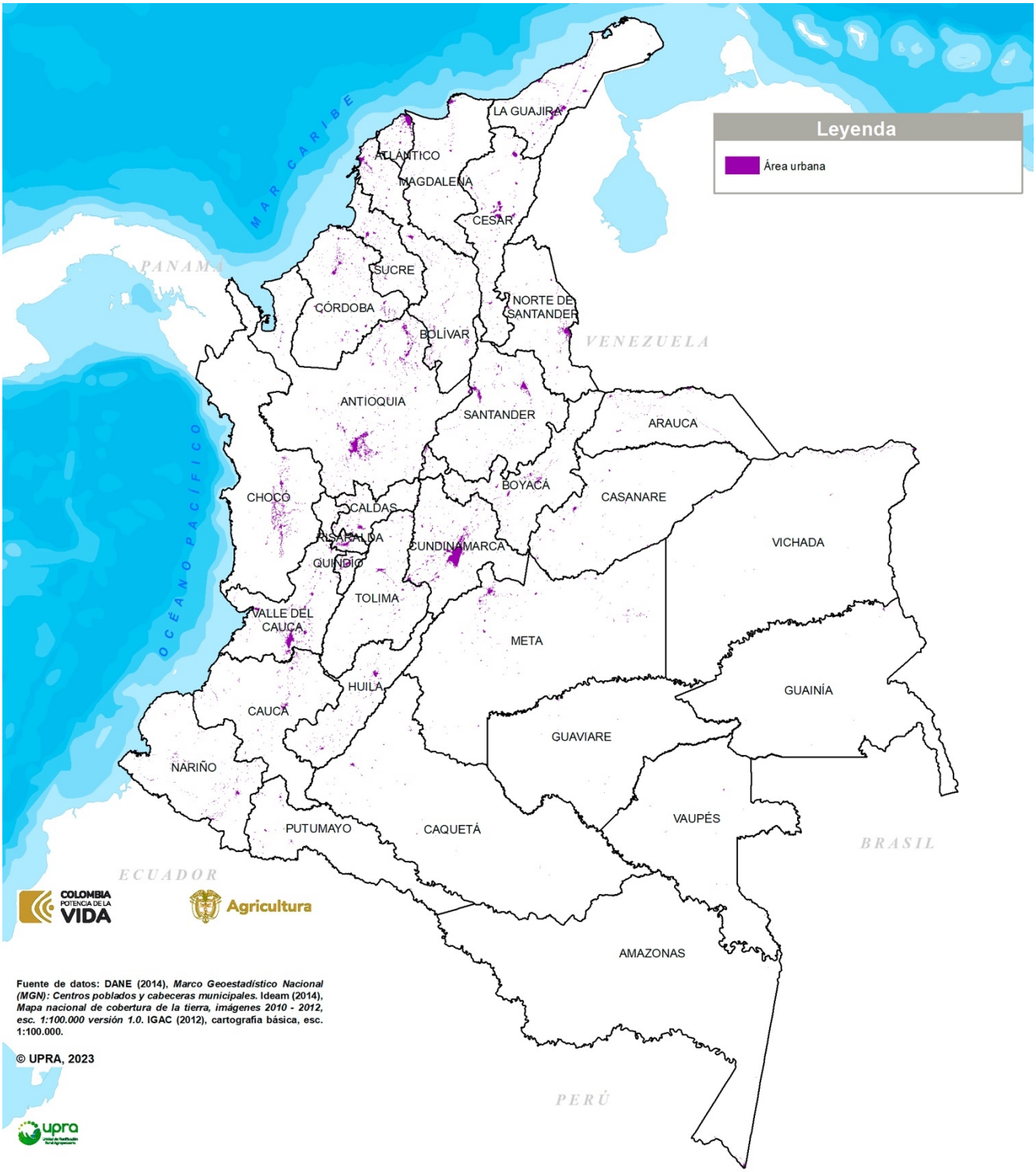
DANE. (2018). Manual de uso del Marco Geoestadístico Nacional. Glosario. Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/Manual_MGN.pdf>

_. (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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: DANE (2014), *Marco Geoestadístico Nacional (MGN): Centros poblados y cabeceras municipales.* Ideam (2014), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010 - 2012, esc. 1:100.000 versión 1.0.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas urbanas

4.1.4. Variable *parques arqueológicos*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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, declaradas mediante una resolución, que han sido adaptadas para recibir visitantes y que se encuentran bajo la tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh), lo cual 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). El plan de manejo arqueológico es un concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes del patrimonio o de las 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 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 y en concordancia con los artículos 63 y 72 de la Constitución política de Colombia dispone que "los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico [...] integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la Nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable. Más adelante, la norma complementa que "los bienes integrantes del patrimonio arqueológico son bienes de interés cultural que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación". En tal sentido, 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.

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se contemplaron parques arqueológicos que han sido declarados, pero que carecen de espacialización cartográfica por parte del Icanh. 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

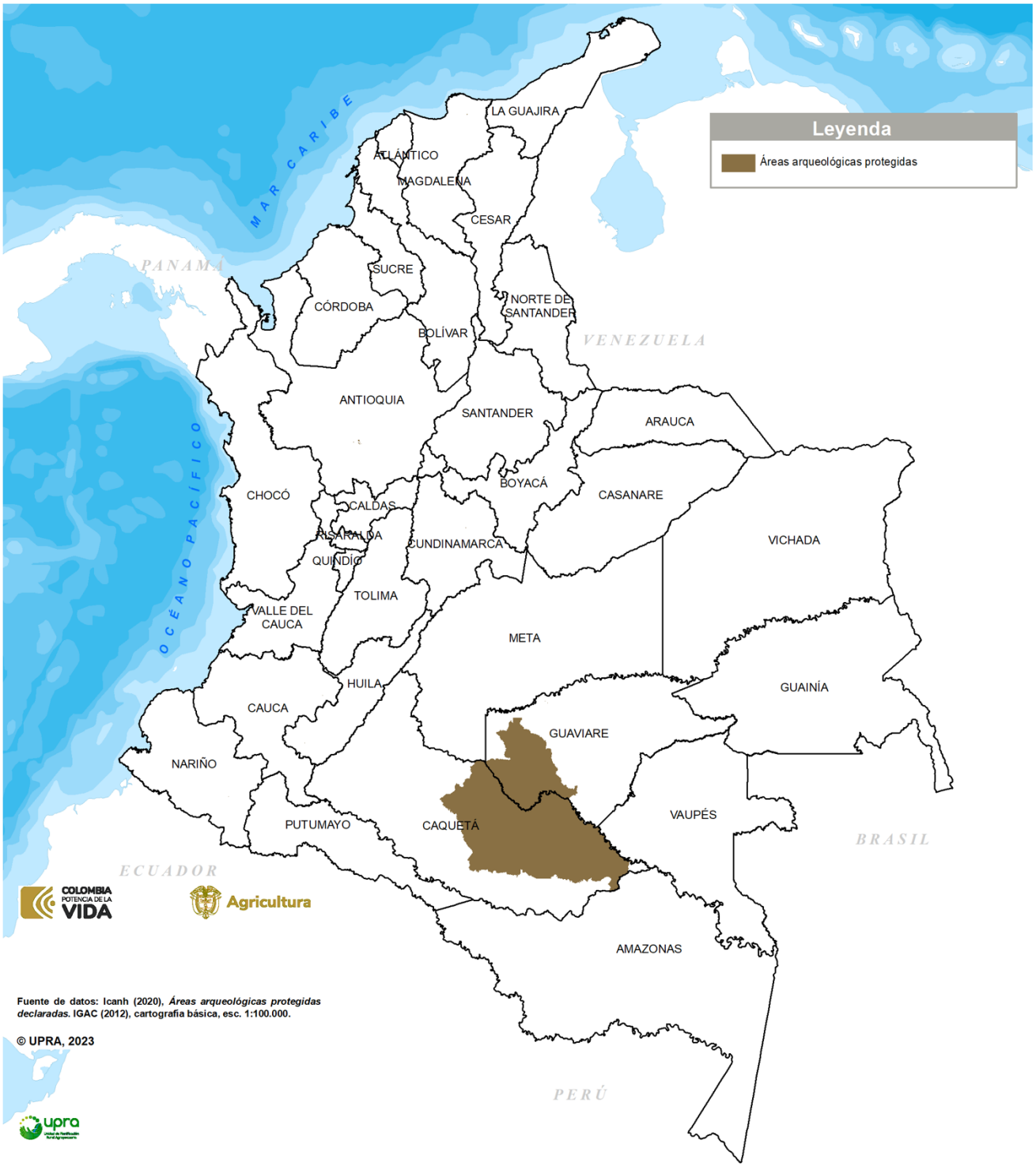
Los datos fueron analizados de la información cartográfica facilitada por el Icanh (2019) en cuanto a los parques arqueológicos declarados. Los parques arqueológicos definidos como exclusiones se indican a contuniación:

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		

FUENTES DE INFORMACIÓN

Icanh. (2019). Parques arqueológicos. Bogotá: Icanh.
IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Icanh (2020), *Áreas arqueológicas protegidas declaradas*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2023

EXCLUSIONES LEGALES
Variable áreas arqueológicas protegidas

4.1.5. Variable *zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, zonas tipo A*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
CRITERIO ASOCIADO: *EXCLUSIONES LEGALES*		
VARIABLE: *zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, zonas 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 2 de 1959. Se compone de las siguientes siete reservas forestales nacionales: la ZRFN del Pacífico; la ZRFN central; la ZRFN del río Magdalena, la ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta; la ZRFN de la serranía de Los Motilones; la ZRFN del Cocuy; y la ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, según la cual 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. Resolución 1922 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal central, establecida en la Ley 2 de 1959;

b. Resolución 1923 de 2013, que adopta la zonificación y ordenamiento de la reserva forestal de la serranía de Los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959;

c. Resolución 1924 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2 de 1959.

d. Resolución 1925 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2 de 1959, para los departamentos de

Caquetá, Guaviare y Huila.

e. Resolución 1926 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959.

f. Resolución 1275 de 2014, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959.

g. Resolución 1276 de 2014, que 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. Resolución 1277 de 2014, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2 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 determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normativa 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 zonas de reserva forestal nacional establecen que en las zonas tipo A, B o C se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normativa 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

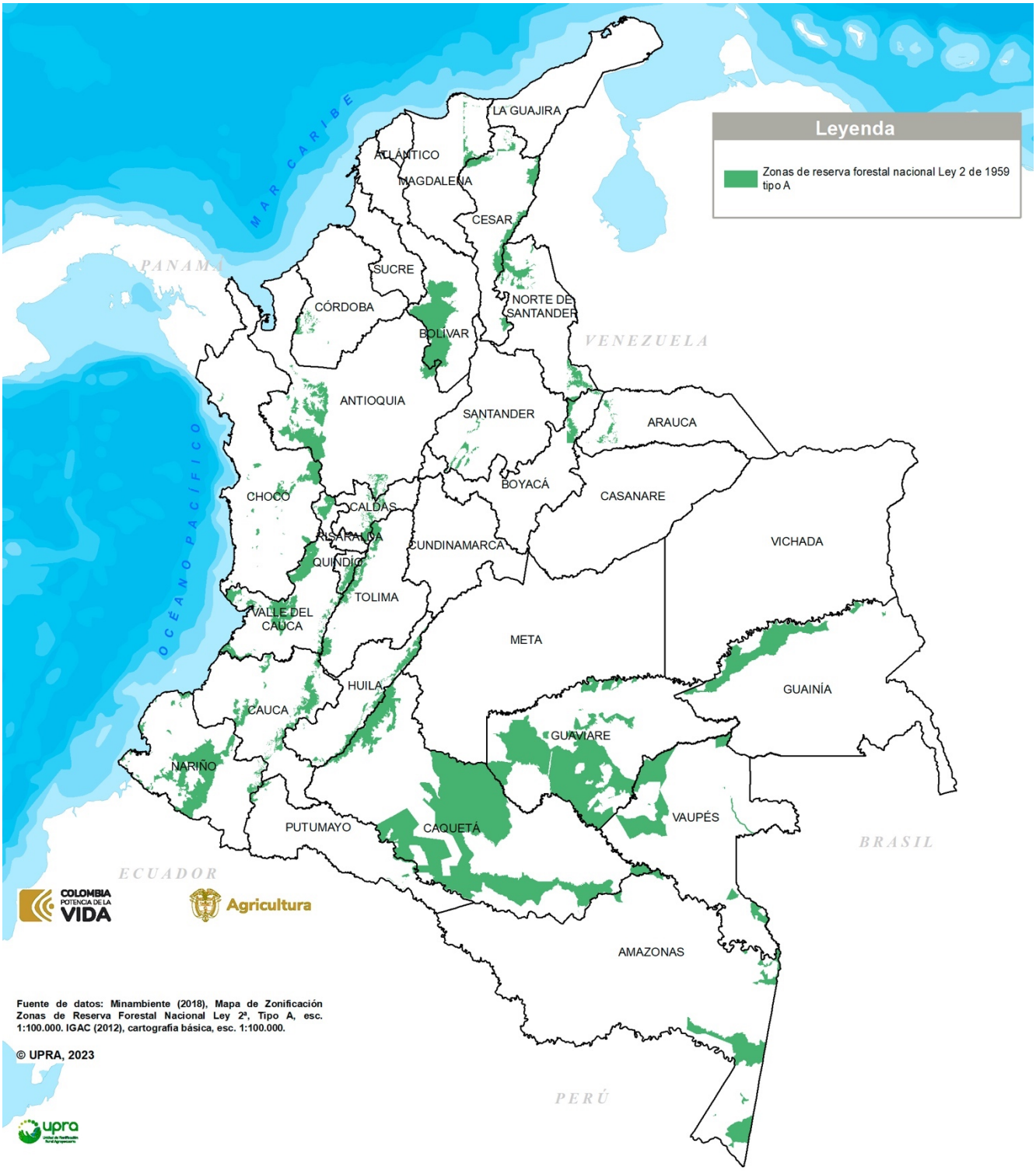
Para la generación de la información cartográfica, se partió de las zonificaciones de cada una de las reservas forestales nacionales de la Ley 2 de 1959 adelantadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, donde se identifican las zonas tipo A.

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 2ª, Tipo A, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



EXCLUSIONES LEGALES

Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2 de 1959, zonas tipo A

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1 Criterios condicionantes legales

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: *CONDICIONANTES LEGALES*		
TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Ecosistemas estratégicos, que abarcan los polígonos de bosque seco tropical; los polígonos de manglares; los polígonos de humedales; y la ronda hídrica.

Áreas protegidas, que abarcan los polígonos de distritos de manejo integrado (DMI); los polígonos de zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM; los polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS); los polígonos de áreas de recreación; los polígonos de reservas naturales de la sociedad civil; y los polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.

Planes de ordenación forestal, que 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.

Zonas de reserva forestal nacional, de Ley 2 de 1959, tipos B y C, que abarcan los polígonos de las zonas tipo B y C de las zonas de reserva forestal nacional.

Distinciones internacionales, que abarcan los polígonos de reservas de la biosfera; y los 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, que abarcan los polígonos de tierras de las comunidades negras; los polígonos de áreas de reserva de Ley 70 de 1993; los polígonos de resguardos indígenas; los polígonos de zonas de reserva campesina; los polígonos de paisaje cultural cafetero; y los 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.

Zonas de importancia para fiebre aftosa, que agrupa las zonas de alta vigilancia (ZAV) que comprenden las franjas del territorio fronterizo de aproximadamente 15 kilómetros de ancho medidos desde el límite fronterizo hacia el interior del país (ICA, 2009).

Agricultura de bajo impacto, que abarcan polígonos de actividades agropecuarias de bajo impacto en páramos definidos en la Resolución 1294 de 2021.

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 ovinos en pastoreo para la producción de carne.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Los condicionantes agrupan todos los factores de orden ecológico o social cuyo soporte legal implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que represente una restricción 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 las solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas

(como territorios indígenas y afrocolombianos) o de la aclaración de determinantes legales que puedan ser incluidos en la evaluación.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normativa permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y sólo 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 obtener la cartografía oficial de la información. Por medio de esta información, fue posible identificar si en la zona de estudio se localizaba alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.

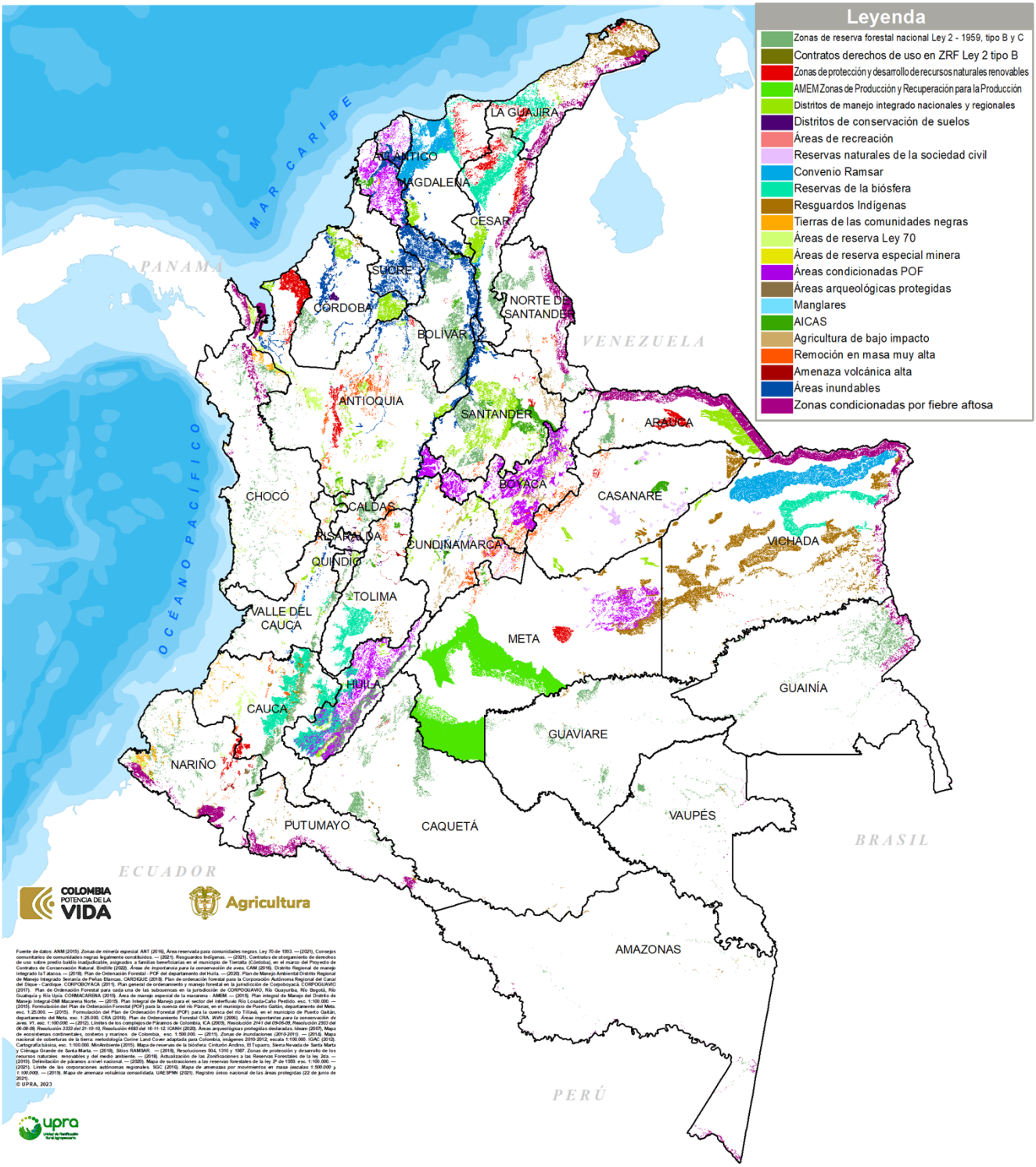
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplican rangos para los condicionantes (C1).

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. Bogotá: ANT.
_. (2018). Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos. Bogotá: ANT.
_. (2018). Resguardos indígenas. Bogotá: ANT.
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). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
_. (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidos. Bogotá: IGAC.
_. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
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). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá: 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.
_. (2018). Sitios Ramsar. 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.
Mincultura. (2014). Paisaje Cultural Cafetero. Bogotá: Minacultura.
PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V. 6.
_. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO



CONDICIONANTES LEGALES

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 DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 los ecosistemas y las zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación, debido a su importancia ecosistémica o nivel de amenaza, y que son incompatibles con el desarrollo de ovinos en pastoreo para la producción de carne. Las consideraciones definidas para esta variable se describen 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 al valor ecosistémico o el nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con la producción de carne ovina en pastoreo. Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema de manglar reduce el impacto de las mareas, pues deposita barro y forma pantanos en los que se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera, dado que controla la erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos. 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, Minambiente). Para su conservación el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desarrolló el *Programa nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de anglar* en el año 2002.

En términos económicos, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, ya que su madera ha sido usada a pequeña escala y local. Además, 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. De tal suerte, 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, excepto 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, Minambiente).

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, y que afectan 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, los cuales se entienden como los que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

Por ronda hídrica se considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974). Al respecto, al artículo 204 establece que “se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora, debe prevalecer el efecto protector y sólo 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, 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 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 metros es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. Por su parte, el

Decreto 1449 de 1977 consagra en el artículo 3, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener la cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define una faja de terreno no inferior a 30 metros de ancho, 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 el 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.

Finalmente, 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 nivel de amenaza. Po lo tanto, se requiere de un análisis detallado del área previo a cualquier establecimiento de un cultivo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los fines vocacionales en estos ecosistemas estratégicos, por lo que 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 o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Así, 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 cuanto a las rondas hídricas, vabe advertir 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 metros, pero éstas podrán tener una mayor o menor longitud. En conclusión, es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción, 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, en la cual se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces, se toma un *buffer* de 30 metros a lado y lado del cauce.

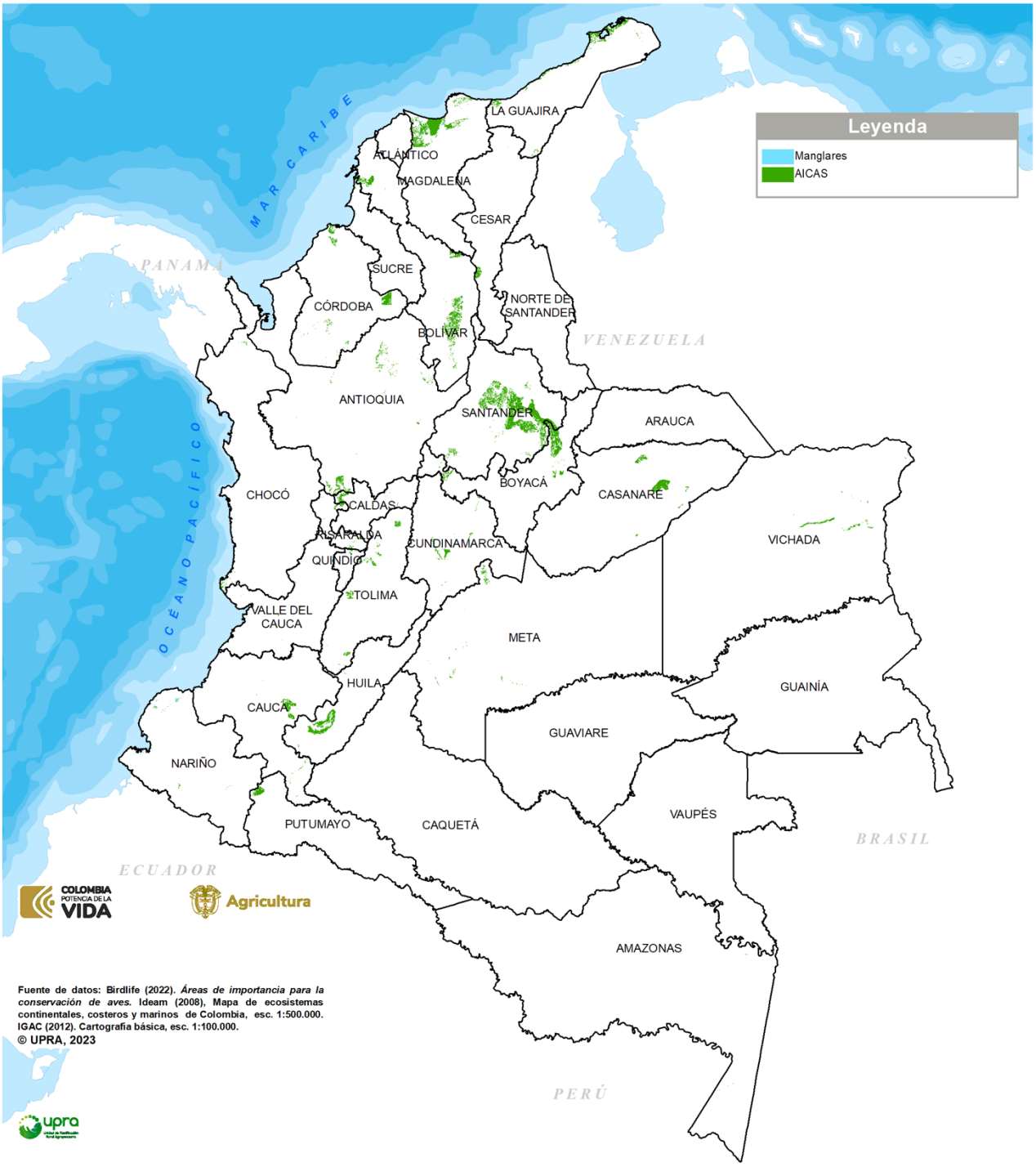
UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para la generación de la información cartográfica, se parte de la cartografía básica del IGAC, en el que se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces, se toma un *buffer* de 30 metros a lado y lado del cauce.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES
Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)

5.1.2. Variable *áreas protegidas*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: *áreas protegidas*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupa las áreas protegidas cuyas categorías de manejo requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para la producción de carne de ovino (*Ovis aries*) en pastoreo. Aunque no prohíba la actividad, sí genera un condicionamiento al posible uso de estas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se describen 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 cuyos paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque la estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se hayan puesto al alcance de la población humana para destinarlos al 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: la recuperación para la producción occidente; la preservación vertiente oriental; la producción Ariari-Guayabero; la recuperación para la preservación sur; y la recuperación para la producción sur. De este modo, se consideran condicionantes, para el distrito de manejo integrado (DMI) Macarena norte, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible); y para el distrito de manejo integrado (DMI) Losada-Perdido, la zona de recuperación para la producción, es decir, las áreas de uso de restauración para

la preservación, las áreas de uso de restauración para recuperación/rehabilitación y las 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 la 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 desarrolle.

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). Hacen 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 del propietario, se destina para un uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas reservas 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 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional las áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales; y de carácter regional, las áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las CAR. Por medio de las Resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 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. Ésta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema y 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 los 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 para su uso, pues, si bien no lo prohíbe, requiere de una revisión de la zona apta en relación con las condiciones normativas de las figuras con las 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 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 sí es posible establecer ovinos en pastoreo para la producción de carne o en las que, por el contrario, está prohibido el desarrollo de actividades productivas.

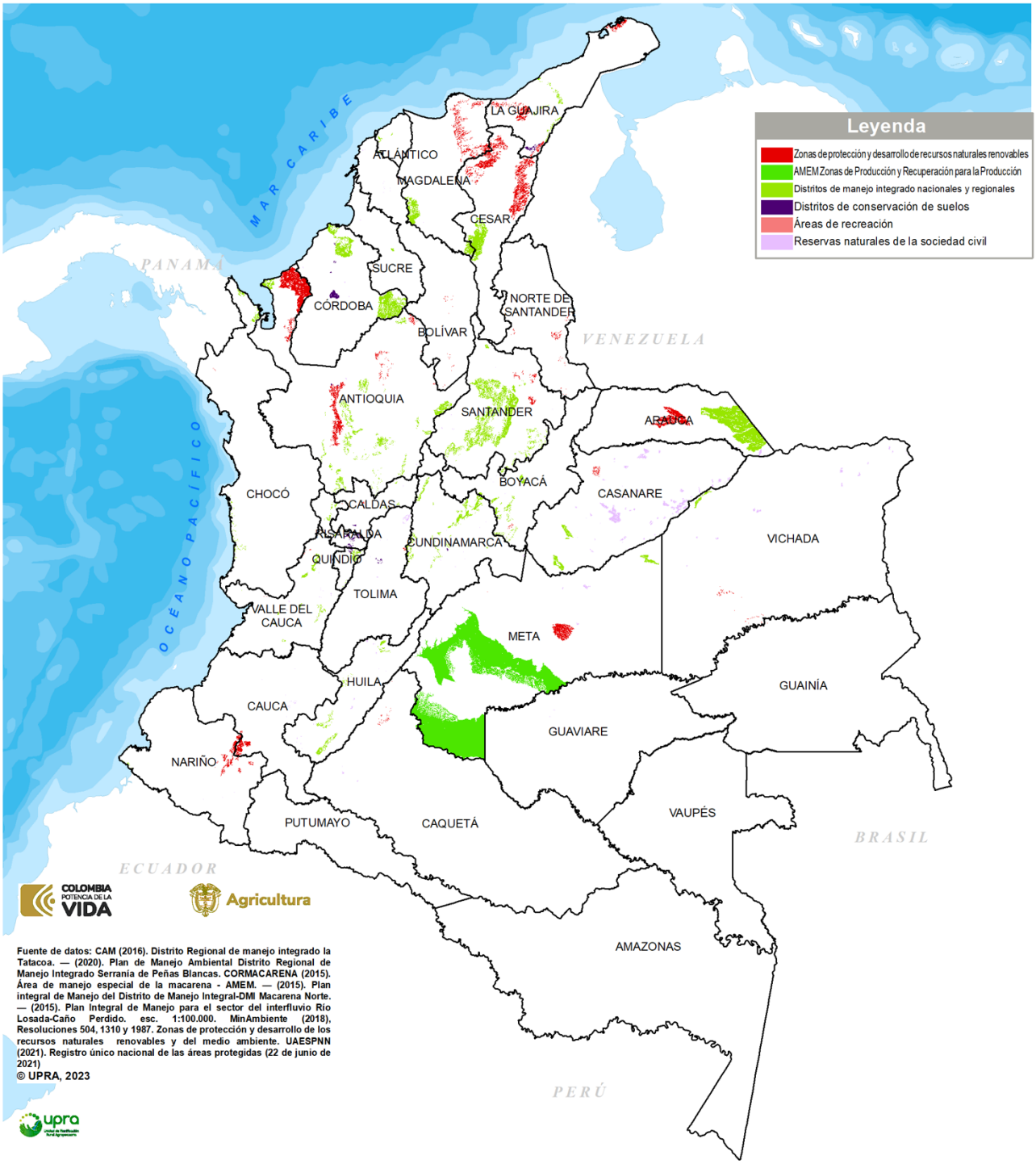
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la 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.

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.
_. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: CAM (2016). Distrito Regional de manejo integrado la Tatacoa. — (2020). Plan de Manejo Ambiental Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas. CORMACARENA (2015). Área de manejo especial de la macarena - AMEM. — (2015). Plan integral de Manejo del Distrito de Manejo Integral-DMI Macarena Norte. — (2015). Plan Integral de Manejo para el sector del interfluvio Río Losada-Caño Perdido. esc. 1:100.000. MinAmbiente (2018), Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. UAESPNN (2021). Registro único nacional de las áreas protegidas (22 de junio de 2021)

© UPRA, 2023

CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES
Variable áreas protegidas

5.1.3. Variable *planes de ordenación forestal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

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

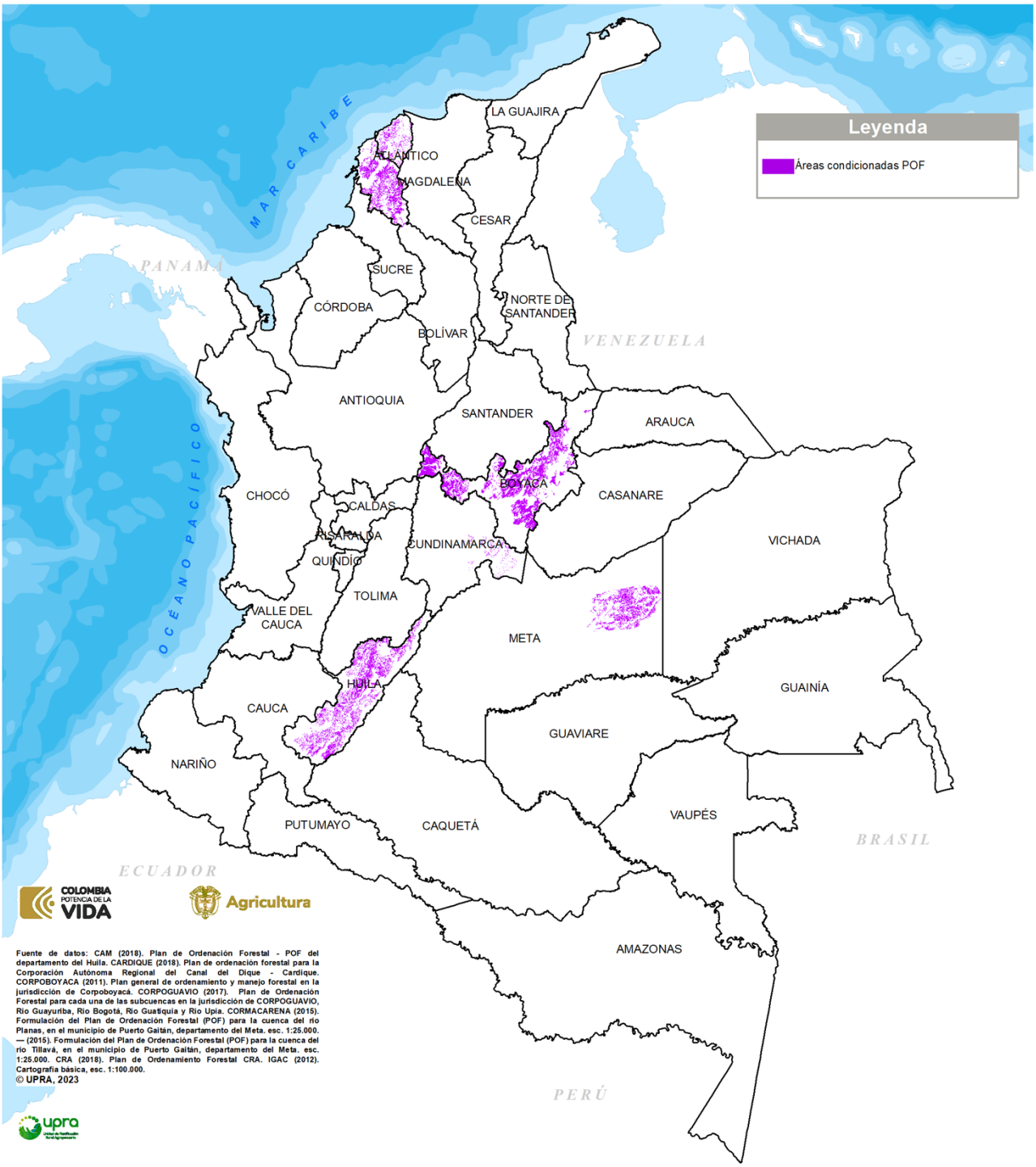
Corporación para el Desarrollo Sostenible de Área de Manejo Especial La Macarena -CORMACARENA y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2015). Formulación del Plan de Ordenación Forestal (POF) para la cuenca del Río Planas, en el municipio de Puerto Gaitán, Departamento del Meta.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable áreas condicionandas POF

5.1.4. Variable *zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
CRITERIO ASOCIADO: *CONDICIONANTES LEGALES*		
VARIABLE: *Zonas de reserva forestal nacional de, Ley 2 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 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: las ZRFN del Pacífico; la ZRFN central; las ZRFN del río Magdalena; las ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta; la ZRFN de la serranía de Los Motilones; la ZRFN del Cocuy; y la 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 como se describe a continuación.

Zonas tipo B. Son 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 1922 de 2013, Minambiente, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central).

Zonas tipo C. Son 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. Deben incorporar el componente forestal y no implicar la reducción de las áreas de bosque natural presentes en los diferentes estados sucesionales (Resolución 1922 de 2013, Minambiente, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central).

Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

a) Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2 de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés;

b) Resolución 1276 de 2014, mediante la 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;

c) Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959;

d) Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959;

e) Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2 de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila;

f) Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2 de 1959;

g) Resolución 1923 de 2013, mediante 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;

h) Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal central, establecida en la Ley 2 de 1959.

En cuanto 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, se facultó al hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 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 lo que las zonas sustraídas son sólo 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 tipos B y C.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de los ejercicios de zonificación, las reservas forestales de la Ley 2 de 1959 permiten identificar las zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para la producción de carne de ovinos (*Ovis aries*) 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 estableció que en las zonas tipo A, B o C se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normativa 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 generar la información cartográfica, se partió del mapa de reservas forestales nacionales de la Ley 2 de 1959, con lo cual se identificaron las zonas tipo B y C; y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de la reserva forestal nacional de la Ley 2 de 1959. Se incluyen también las zonas con contratos de derechos de uso

UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos correspondientes a las ZRFN y sustracciones de la reserva forestal nacional, tipos B y C.

FUENTES DE INFORMACIÓN

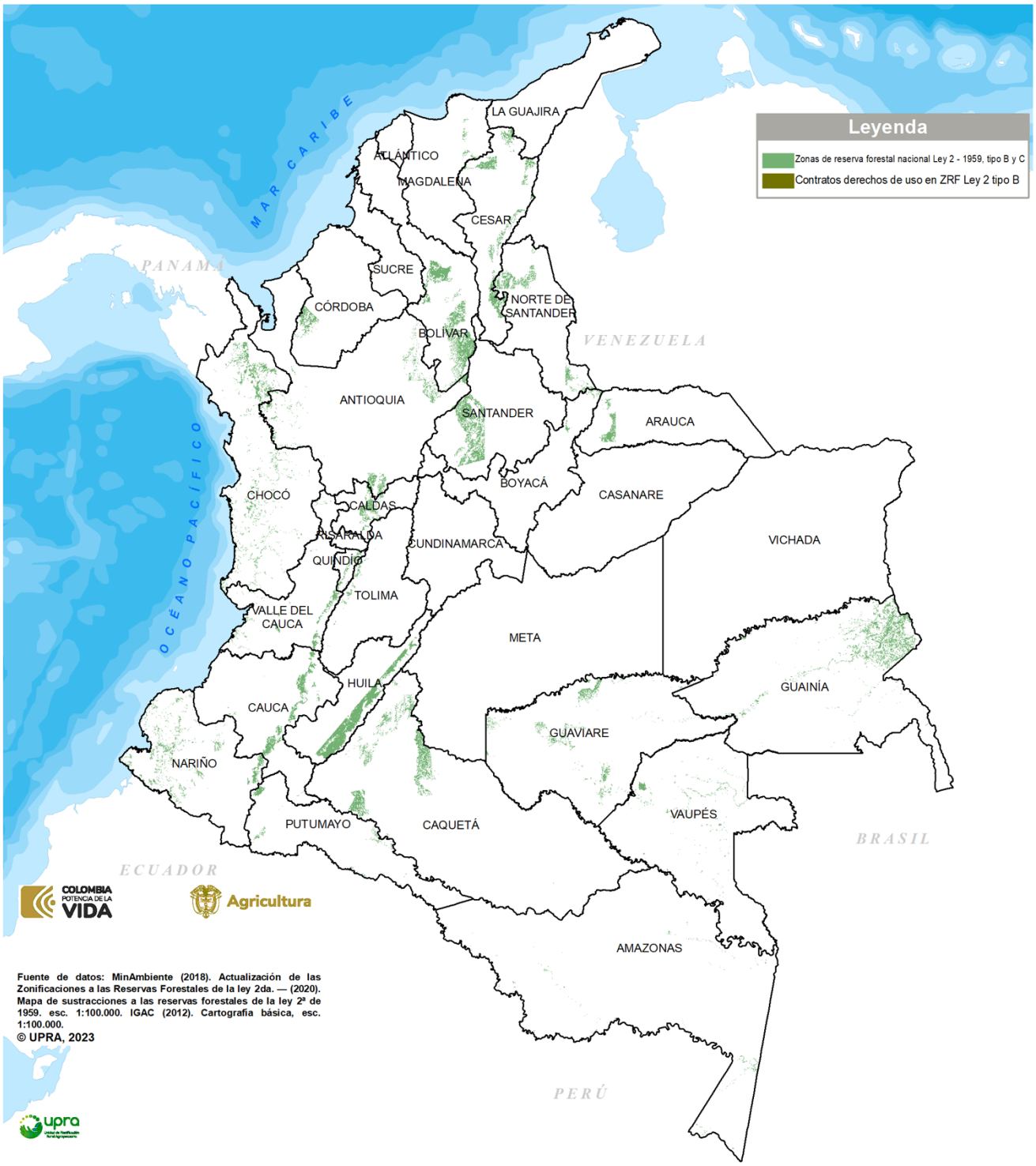
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Minambiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.ª, 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 2ª, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá: Minambiente.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES LEGALES
Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2 de 1959, zonas tipo B y C

5.1.5. Variable *distinciones internacionales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
CRITERIO ASOCIADO: *CONDICIONANTES LEGALES*		
VARIABLE: *distinciones internacionales*		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupan los 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 estas distinciones implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que represente una restricción al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo, estas áreas 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 la presente zonificación de aptitud, se consideran las siguientes distinciones internacionales:

Reservas de la biosfera. Son áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres, ya 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 y 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, los cuales 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, 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. Como ejemplos de estas reservas, tenemos el inturón andino; el Tuparro; la Sierra Nevada de Santa Marta; la ciénaga grande de Santa Marta; y el Seaflower.

Convenio Ramsar. la Convención sobre los humedales de importancia internacional, conocida también 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 se relaciona con la protección de humedales, en el que se define una zona húmeda o humedal como "cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean éstas 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. Por lo tanto, 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 del territorio (artículo 3); así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas con la creación de reservas naturales allí (artículo 4).

Conviene 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 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o quien haga sus veces. De ello se destaca que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar tales actividades, aunque las limitaciones de estas áreas deben obedecer al plan de manejo, en el que se definen las 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, 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 amenzadas (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 actividad productiva 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. De acuerdo con esto, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle. Por este motivo, se requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. Las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de la 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.

FUENTES DE INFORMACIÓN

IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

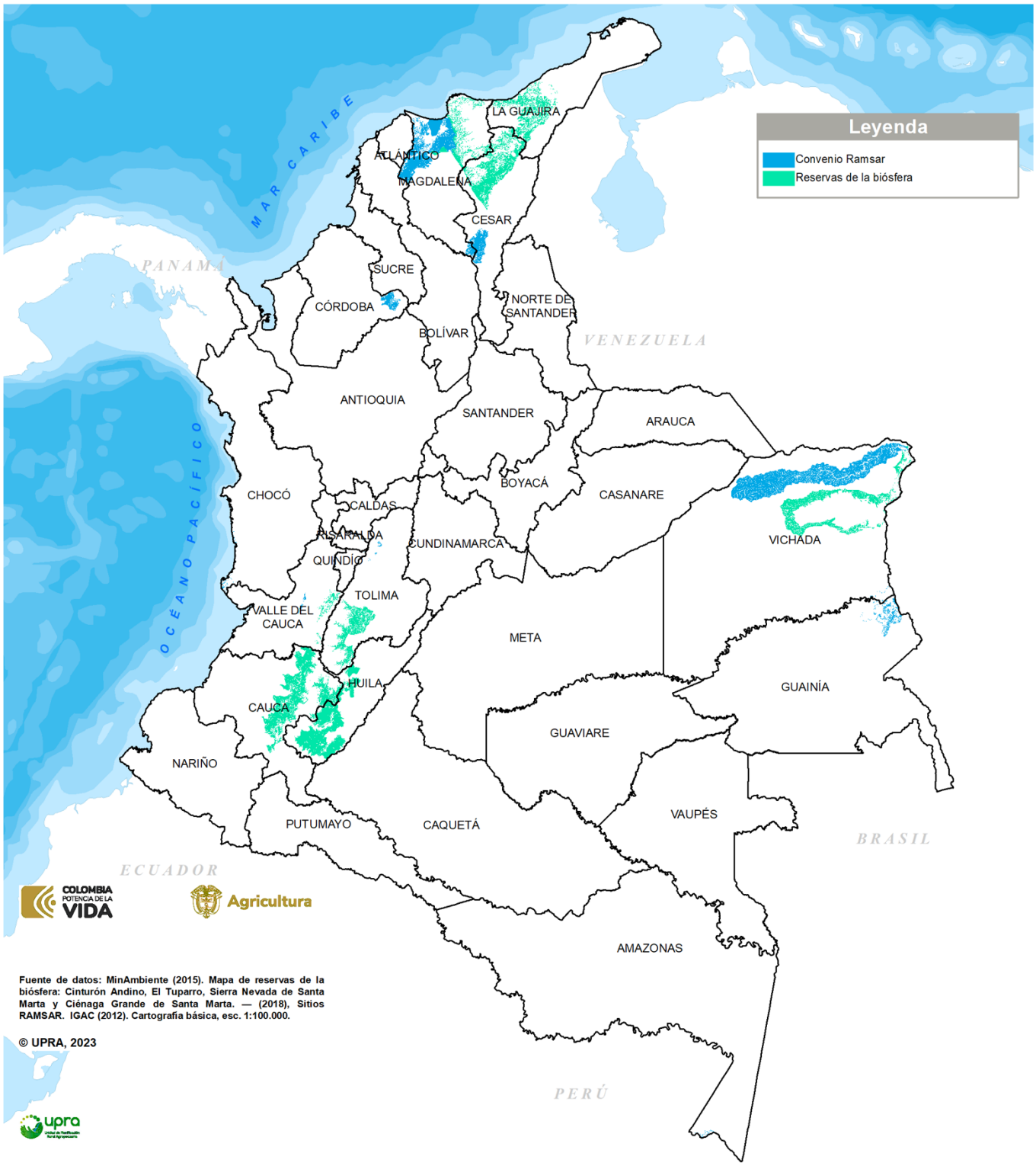
Minambiente. (2015). Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta. Bogotá: Minambiemte.

_. (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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable distinciones internacionales

5.1.6. Variable *áreas de interés cultural y social*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 las 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 se describenb a continuación.

Tierras de las comunidades negras. Son 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 con 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. El propósito consiste no sólo en proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, sino también fomentar el 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 un sistema normativo (Decreto 2164 de 1995, Minagricultura). 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 un sistema normativo (artículo 21, Decreto 2164 de 1995, Minagricultura).

Zonas de reserva campesina. Son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con el propósito 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; la participación en las instancias de planificación y decisión regionales; y las características de las modalidades de producción.

Paisaje cultural cafetero. Es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un alto 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, Minagricultura).

Áreas arqueológicas protegidas (APP). Es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que, por las características únicas de evidencias arqueológicas, requierede una especial protección y conservación, con el fin de abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella. Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia, que 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 sobre las áreas que, aun cuando posean aptitud para el cultivo, 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 varios factores. 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 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 Ministerio de Cultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Cafeteros y las 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. Así mismo, se debe considerar lo dispuesto en el Conpes 3803 de 2014 para garantizar la sostenibilidad económica, cultural, social y ambiental de este paisaje cultural. Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia, los planes de manejo arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, las condiciones de manejo y los planes de divulgación para estos bienes. Estas zonas de influencia arqueológica y los 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, 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

las 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

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, los resguardos indígenas y la 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. 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

Precisiones de la información. La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que ésta 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 la 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 ubica el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentra en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 hectáreas 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 hectáreas; seguido del Cauca y Valle del Cauca, con 713.445 y 447.828, respectivamente. En La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan consejos comunitarios de extensiones que no superan las 500 hectáreas. 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 hectáreas. También se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, a saber: 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 hectáreas reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentra en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia; mientras que el 21 % restanten, 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), 37, 62 y 65 hectáreas, 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, en los que, 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), cuya 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 territorio de propiedad colectiva de las comunidades indígenas que, conforme con 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 un sistema normativo propio (artículo 21, Decreto 2164 de 1995, Minagricultura).

Zonas de reserva campesina. Las áreas constituidas como zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 hectáreas, por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre los años 1996 y 2018, se constituyeron siete ZRC en todo el país; las más antiguas, que datan de los años 1997-1999, son Pato-Balsillas, en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá); Arenal-Morales, en el departamento de Bolívar; y Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare, la cual es la de mayor extensión, con 463.600 hectáreas. En el año 2000, se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), la 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 hectáreas.

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 existe un paisaje cultural cafetero que representa el 35 % del total del área, lo que equivale a 124.250 hectáreas aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 hectáreas declaradas; mientras que en el Valle del Cauca la extensión es de alrededor de 80.000. En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el paisaje cultural cafetero no supera las 50 hectáreas. En el primer caso, éste se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 hectáreas); en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan suman poco más de 30.

Áreas arqueológicas protegidas. Se identificaron 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, como se muestra en la siguiente tabla:

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 Río Checua	Directa
	Área de influencia

FUENTES DE INFORMACIÓN

Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2016). Áreas resevadas 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 constituídas. Bogotá: ANT.

Icanh. (2019). Áreas Arqueológicas Protegidas. Bogotá: Icanh.

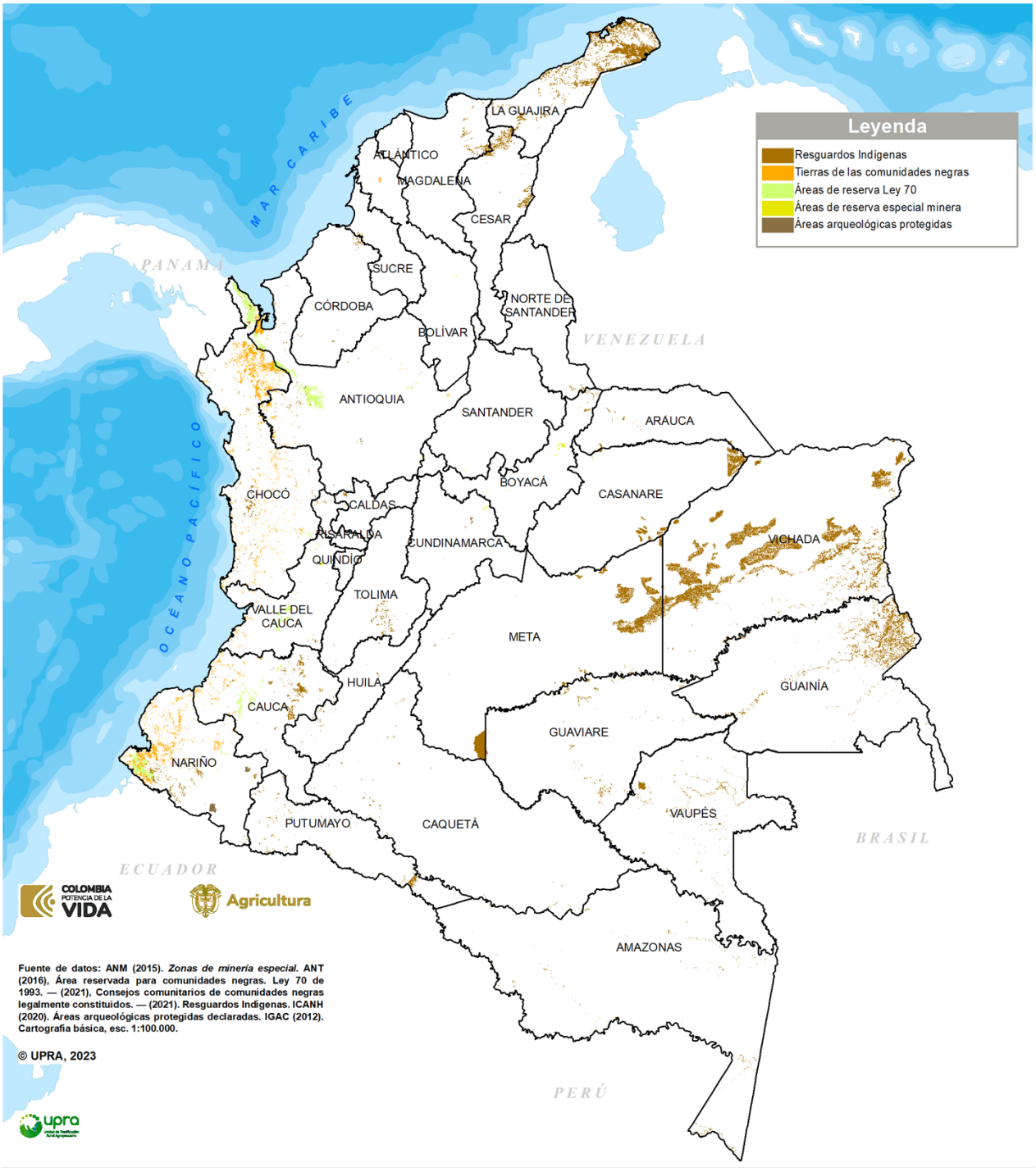
IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable áreas de interés cultural y social

5.1.7. Variable *zonas de importancia para la fiebre aftosa*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) EN PASTOREO	
CRITERIO ASOCIADO: *CONDICIONANTES LEGALES*		
VARIABLE: *zonas de importancia para la 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 kilómetros de ancho, medidos desde el límite fronterizo hacia el interior del país (ICA, 2009).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores acerca de las áreas que requieren implementación de estrategias especiales e intensivas de vigilancia y control de poblaciones ovinas susceptibles al contagio por el virus de la fiebre aftosa.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se identificaron limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se realizó la espacialización de la información analógica según la Resolución 2141 de 2009 (ICA, 2009); la Resolución 3333 de 2010 (ICA, 2010); y la Resolución 4693 de 2012 (ICA, 2012).

UNIDAD DE ANÁLISIS

Buffer de 15 kilómetros, medidos desde el límite fronterizo hacia el interior del país.

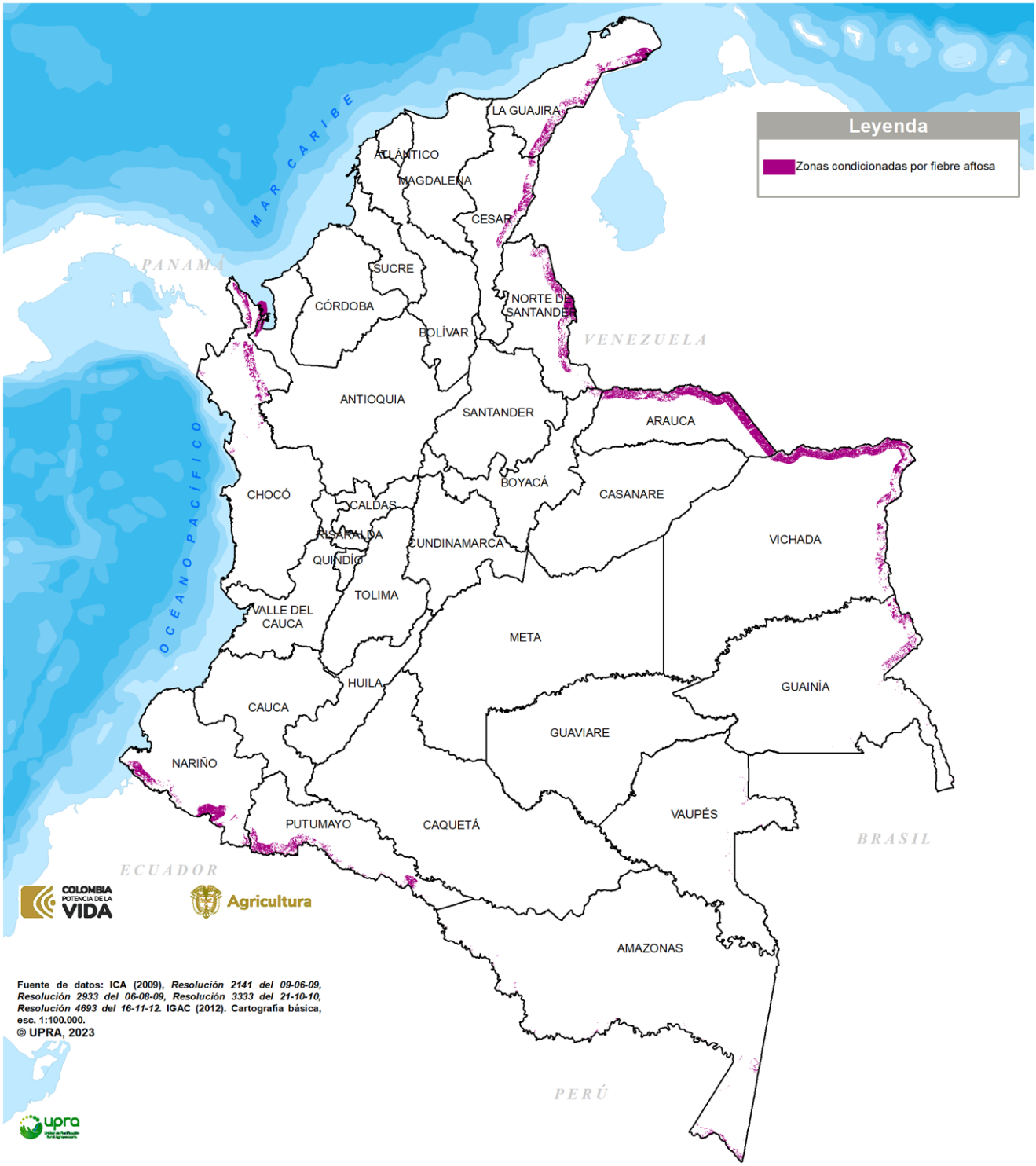
FUENTES DE INFORMACIÓN

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.

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.

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CONDICIONANTES
Variable zonas de importancia para la fiebre aftosa

5.1.8. Variable *agricultura de bajo impacto*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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

Agrupa áreas en páramos delimitados en donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles. De acuerdo con la Ley 1930 de 2018, en estas áreas se podrá permitir la continuación de las actividades agropecuarias de bajo impacto bajo buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos. Igualmente, de acuerdo con la Resolución 1294 de 2021, corresponden a actividades agropecuarias de bajo impacto las "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 que se deben seguir los lineamientos de conservación del ecosistema y prácticas de manejo sostenible. Para la conservación del ecosistema se deben conservar las coberturas naturales y parches de vegetación nativa existente; conservar y proteger los nacimientos y fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas para la gestión sostenible del agua y los humedales altoandinos; implementar herramientas de manejo del paisaje como barreras vivas, cercas vivas multiestrato con especies funcionales propias del ecosistema, sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles, bosque y aislamiento de áreas con fines de protección; 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; y 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

No se identificaron limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la representación cartográfica, se identificaron 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

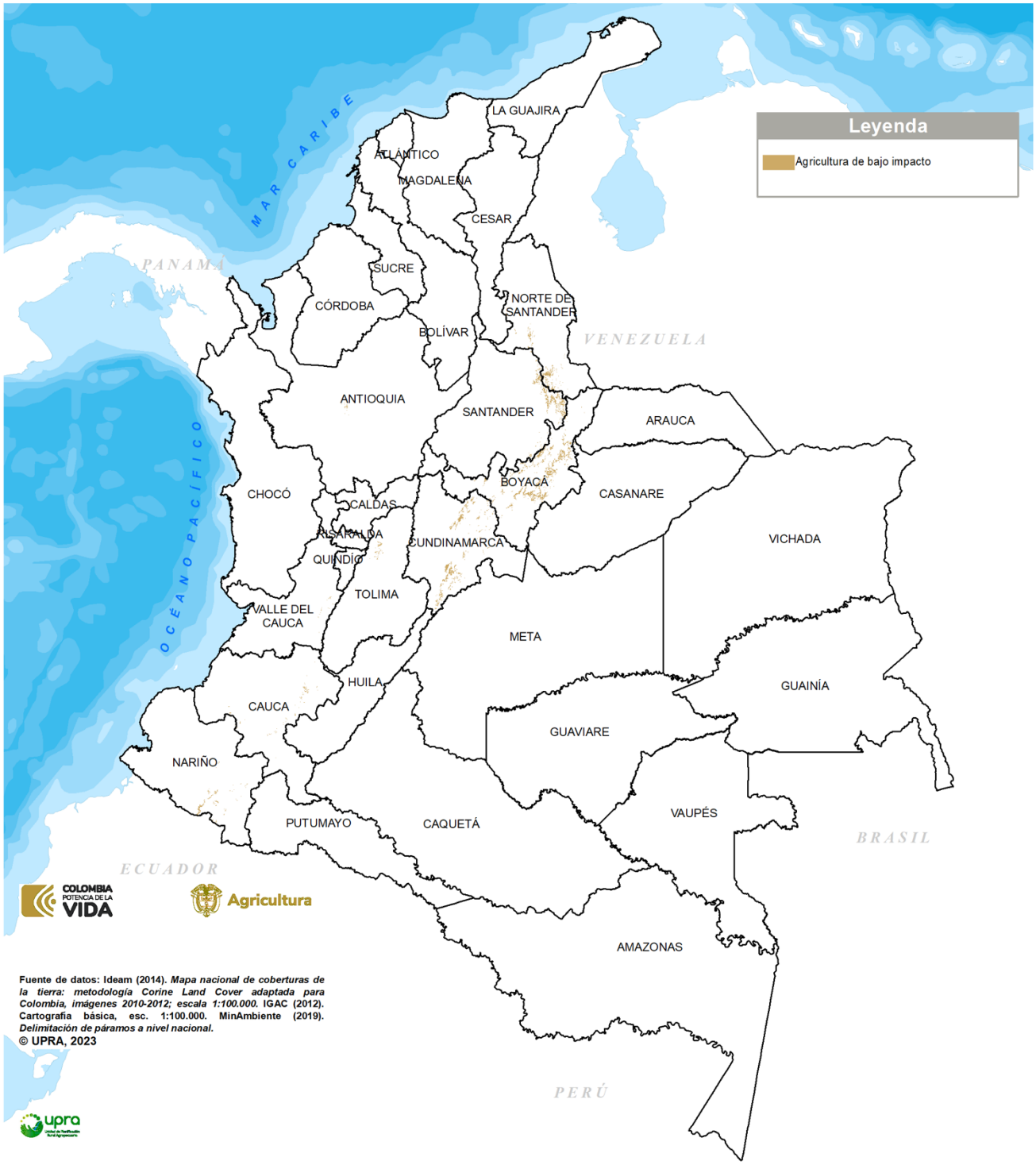
FUENTES DE INFORMACIÓN

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, imágenes 2010-2012; escala 1:100.000.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. MinAmbiente (2019). *Delimitación de páramos a nivel nacional.*

© UPRA, 2023

CONDICIONANTES

Variable agricultura de bajo impacto en páramos

5.1.9. Variable *gestión de riesgo*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA (*Ovis aries*) 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 (SNGRD), 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". En las variables de gestión de riesgo, se incorporan las siguientes amenazas:

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 considerada un peligro latente, relacionado con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, en los bienes o en el medio ambiente (Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos [CEELAT], sf.).

Amenaza volcánica: de acuerdo con la UPRA (2018), comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no estima la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán, pero incide en la destrucción de vegetación, de cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria.

Áreas inundables: se asocian al desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río o cualquier cuerpo de agua o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM 385, 2012). De acuerdo con el Ideam (2017), la inundación involucra la

sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos, debido a aportes inusuales 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

No se identificaron limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

De acuerdo con el Decreto 1449 de 2015, se debe hacer pública la información de gestión de riesgo en el sector agropecuario, por lo que, para identificar las amenazas por remoción en masa, se tiene en cuenta la información del *Mapa nacional integrado de amenaza por movimiento en masa a escala 1:100.000* del IGAC. Del mismo modo,p ara identificar las áreas de amenaza volcánica, se toma como base la información del *Mapa nacional integrado de amenaza volcánica, escala 1:100.000* del IGAC. De acuerdo con el 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.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Organización Meteorológica Mundial. OMN. 2012. Glosario hidrológico internacional No. 385. World Meteorological Organization, 2012 (ISBN 978-92-63-03385-8)

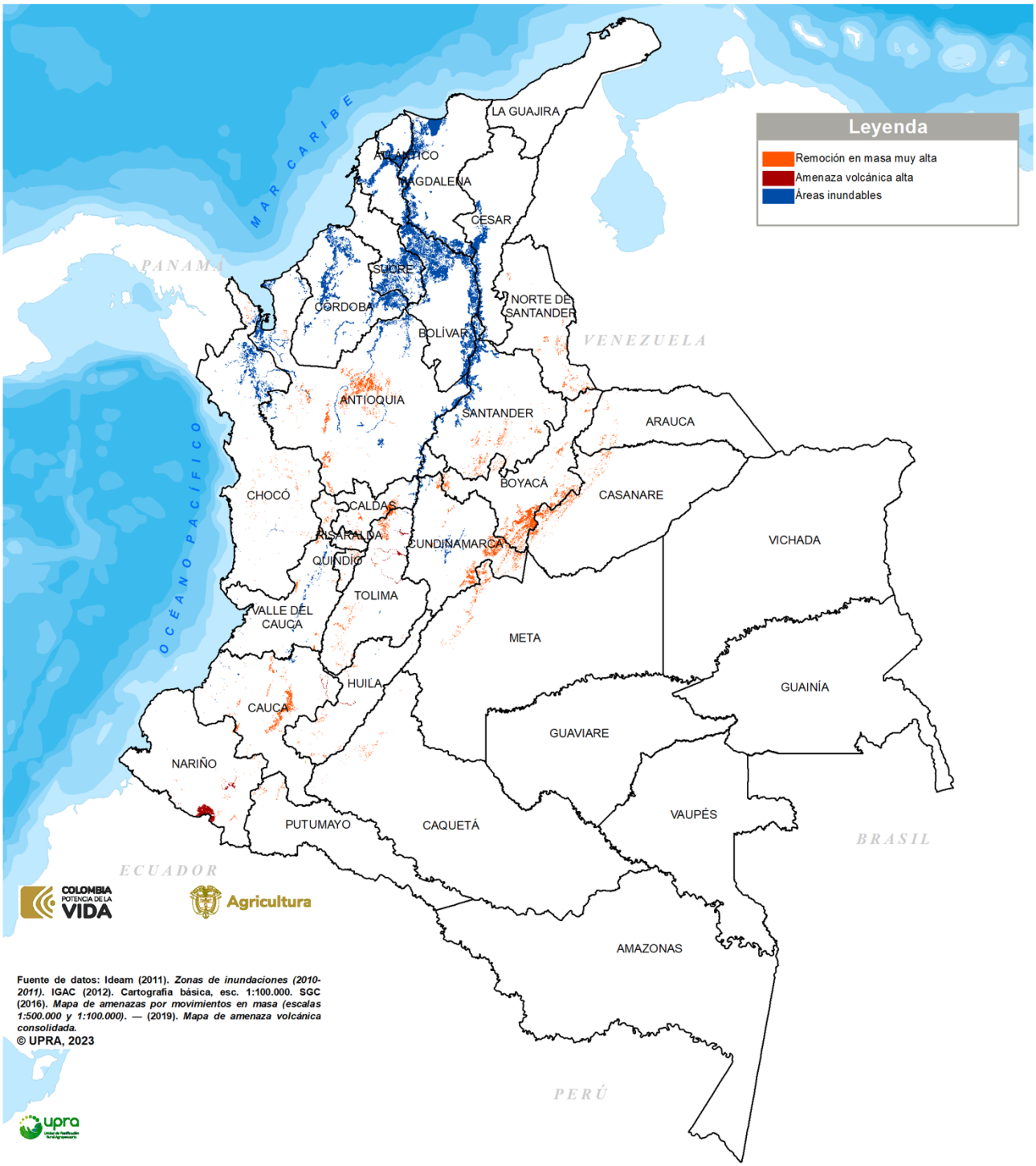
IDEAM. 2017. GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS DE INUNDACIÓN. Bogotá, D.C. 110 páginas.

Presidencia de la República de Colombia (2015). *Decreto 1449 de 2015, por el cual se modifica el decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural en lo relacionado con la reglamentación parcial de la Ley 1731 de 2014 y se dictan otras disposiciones*.

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.

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