

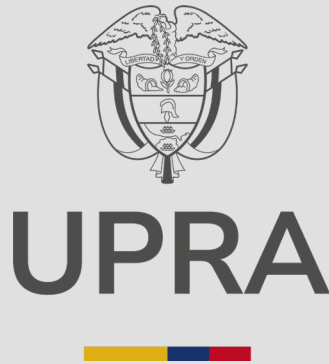
Zonificación de apicultura

comercial en Colombia a escala 1:100.000





Zonificación de
apicultura
comercial en Colombia a escala 1:100.000



Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República de Colombia

**Ministerio de Agricultura y
Desarrollo Rural (MinAgricultura)**

Martha Viviana Carvajalino Villegas
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

**Unidad de Planificación de Tierras Rurales
Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (UPRA)**

Claudia Liliana Cortés López - Dora Inés Rey Martínez (e)
Directora general

Juan Carlos López Gómez
Secretario general

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

Alexander Rodríguez Romero
**Director técnico de Uso Eficiente del
Suelo Rural y Adecuación de Tierras**

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

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

Directores temáticos
Claudia Liliana Cortés López
Alexander Rodríguez Romero

Coordinación técnica
Renato Baldovino Guevara
Sebastián Polo Carrera

Autores
Renato Baldovino Guevara
Sebastián Polo Carrera
Oswaldo Andrés Sánchez Alarcón
Edinson Chacón Pardo
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Claudia Patricia Acosta Latorre
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Eduardo García Castellanos
Luisa María Lagos Riaño
Katherine Gómez Rodríguez
Ruth Natalia Becerra Vargas
Heidy Soledad Rodríguez Albarracín

Compiladores y editores
Oswaldo Andrés Sánchez Alarcón
Sandra Inés Restrepo Sánchez
Carlos Alberto Novoa Barajas
Pedro David Porras Rodríguez
Jeimy Paola Jiménez Sánchez

Representación cartográfica
Carlos Andrés Ruiz
Nancy Alarcón
Pablo Daniel Díaz
Edward Alejandro Moreno
Katherine Alba

Coordinación equipo publicaciones
Johana Trujillo Moya

Revisión de texto y estilo
Xavier Humberto Páez Ochoa

Diseño y diagramación
Constanza Rodríguez Ramírez

Fotografía e imágenes
Banco de imágenes UPRA
Andrés Eduardo Paz Duarte
Edgar Mauricio Carrillo

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, citando este documento así: Polo, S., Páramo, G., Acosta, C., Rolón, M., Gómez, J., García, L., Rodríguez, H., Lagos, L., y Gómez, K. (2024). *Zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000*. Bogotá: UPRA. Recuperado de <URL de ubicación del documento>.

UPRA© 2024
ISBN: En trámite

Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola (*Apis mellifera*) en Colombia a escala 1:100.000. El trabajo es el producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras que lleva a cabo la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) con el fin de apoyar la gestión de la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones: la primera presenta los antecedentes del sector en términos de importancia internacional y nacional, los antecedentes de la apicultura en Colombia y el marco político-normativo que rige la cadena apícola; la segunda aborda el marco conceptual basado en un enfoque multidisciplinario que considera los fundamentos del esquema de la evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad, según los criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, respectivamente; la tercera expone la metodología de la zonificación de aptitud desde la definición del tipo de utilización de la tierra (TUT) hasta la evaluación y comparación de las matrices multicriterio biofísica y socioeconómica; la cuarta describe los resultados de la zonificación de aptitud representados en el mapa para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 y exhibe las conclusiones y las fuentes bibliográficas utilizadas.

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

Se identificaron 17 criterios (4 físicos, 5 socioecosistémicos y 8 socioeconómicos) que abarcan 54 variables, a partir de los que se obtuvo el mapa de aptitud para la producción comercial apícola (*Apis mellifera*) en Colombia a escala 1:100.000.

En el mapa se identificó que Colombia tiene 32.602.195 hectáreas aptas para la producción comercial apícola, equivalente al 75,9 % de la frontera agrícola nacional. De las áreas aptas, 13.692.009 hectáreas correspondieron a *aptitud alta* (A1); 7.080.034, a *aptitud media* (A2) y 11.830.152, a *aptitud baja* (A3).

Palabras clave: apicultura, zonificación de aptitud, miel de abejas, polen, *Apis mellifera*.



Tabla de contenido

Resumen	4
Tabla de contenido	5
Índice de tablas	7
Índice de figuras	9
Lista de siglas y abreviaturas	10
Lista de símbolos	13
Glosario	14
Introducción	18

1. Antecedentes 22

1.1. Antecedentes de Apis mellifera en Colombia	23
1.2. Contexto sectorial	24
1.2.1. Reseña histórica	24
1.2.2. Generalidades de Apis mellifera	26
1.3. Sistemas de producción apícola	27
1.4. Requerimientos físicos y ambientales para instalar apiarios	29
1.5. Contexto mundial	29
1.6. Contexto nacional	31
1.7. Cadena productiva de las abejas y de la apicultura en Colombia	34
1.8. Marco político y normativo	35
1.9. Alcances y limitaciones	39

2. Marco conceptual 41



3. Marco metodológico 46

3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT)	51
3.2. Criterios de análisis jerárquico	51
3.2.1. Criterios físicos	52
3.2.2. Criterios socioecosistémicos	55
3.2.3. Criterios socioeconómicos	59
3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas	69
3.3.1. Criterios y variables del componente físico	69
3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico	71
3.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico	75
3.4. Restricciones legales y condicionantes legales	78
3.5. Análisis multicriterio	99
3.5.1. Proceso analítico jerárquico	99
3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico	100
3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico	104
3.7. Proceso de socialización y validación	109
3.7.1. Socialización de la metodología de la zonificación de aptitud	110
3.7.2. Validación de rangos y mapas de aptitud	113

4. Resultados 116

5. Conclusiones 125

6. Bibliografía 127

7. Fichas metodológicas 146



Índice de tablas



Tabla 1. Potencial departamental para la instalación de colmenas de <i>Apis mellifera</i> en Colombia	23
Tabla 2. Clasificación de los sistemas productivos apícolas por grado de tecnificación	28
Tabla 3. Principales países productores de miel natural en toneladas, periodo 2017-2021	30
Tabla 4. Importaciones de miel de abejas en toneladas, periodo 2018-2021.....	34
Tabla 5. Balanza comercial para la miel de abejas en miles de USD.....	34
Tabla 6. Marco político del sector apícola en Colombia	35
Tabla 7. Marco normativo del sector apícola en Colombia	37
Tabla 8. Definición de los criterios y las variables del subcomponente climático	53
Tabla 9. Definición de los criterios y las variables del subcomponente edáfico	54
Tabla 10. Definición de los criterios y las variables del componente socioecosistémico.....	57
Tabla 11. Definición de los criterios y las variables del componente socioeconómico	62
Tabla 12. Categorías para la zonificación de aptitud	69
Tabla 13. Rangos de aptitud del componente físico para la producción apícola	70
Tabla 14. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la producción apícola	72
Tabla 15. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la producción apícola	75



Tabla 16. Restricciones legales	80
Tabla 17. Condicionantes legales	88
Tabla 18. Escala de importancia dentro del proceso analítico jerárquico	100
Tabla 19. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio	100
Tabla 20. Matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico de la zonificación de aptitud para la producción apícola	102
Tabla 21. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico de la zonificación de aptitud para la producción apícola.....	103
Tabla 22. Matriz de paso para el cruce de componentes de la zonificación de aptitud para la producción apícola	103
Tabla 23. Proceso de socialización de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000.....	110
Tabla 24. Validación de los criterios y las variables del proceso de zonificación de aptitud para la producción apícola en Colombia a escala 1:100.000.....	114
Tabla 25. Áreas, según las categorías de aptitud, para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000	119
Tabla 26. Aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3) para la producción comercial apícola en Colombia por departamento	121
Tabla 27. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para la producción comercial apícola en Colombia en hectáreas	122
Tabla 28. Principales departamentos con aptitud media (A2) para la producción comercial apícola en Colombia en hectáreas	123
Tabla 29. Principales municipios con aptitud alta (A1) para la producción apícola en Colombia en hectáreas	124



Índice de figuras



Figura 1. Línea de tiempo del desarrollo de la apicultura en Colombia	26
Figura 2. Castas de la especie <i>Apis mellifera</i>	26
Figura 3. Importaciones y exportaciones mundiales de miel natural en millones de USD, periodo 2017-2021	30
Figura 4. Distribución del inventario de colonias de abejas en Colombia	31
Figura 5. Producción de miel de abejas en toneladas y cantidad de colmenas en Colombia, periodo 2016-2022	32
Figura 6. Cadena productiva de las abejas y de la apicultura	35
Figura 7. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas	42
Figura 8. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia	48
Figura 9. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola	49
Figura 10. Criterios y variables del componente físico	52
Figura 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico	56
Figura 12. Criterios y variables del componente socioeconómico	61
Figura 13. Mapa de restricciones legales	87
Figura 14. Mapa de condicionantes legales	98
Figura 15. Proceso de análisis de información espacial para obtener el mapa de zonificación de aptitud.....	105





Figura 16. Modelo cartográfico integral de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia 107

Figura 17. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud 109

Figura 18. Mapas biofísico y socioeconómico de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 117

Figura 19. Mapa integrado de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 120

Figura 20. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para la producción comercial apícola en Colombia en hectáreas 123

Figura 21. Municipios con la mayor aptitud total para la producción apícola..... 124

Lista de siglas y abreviaturas

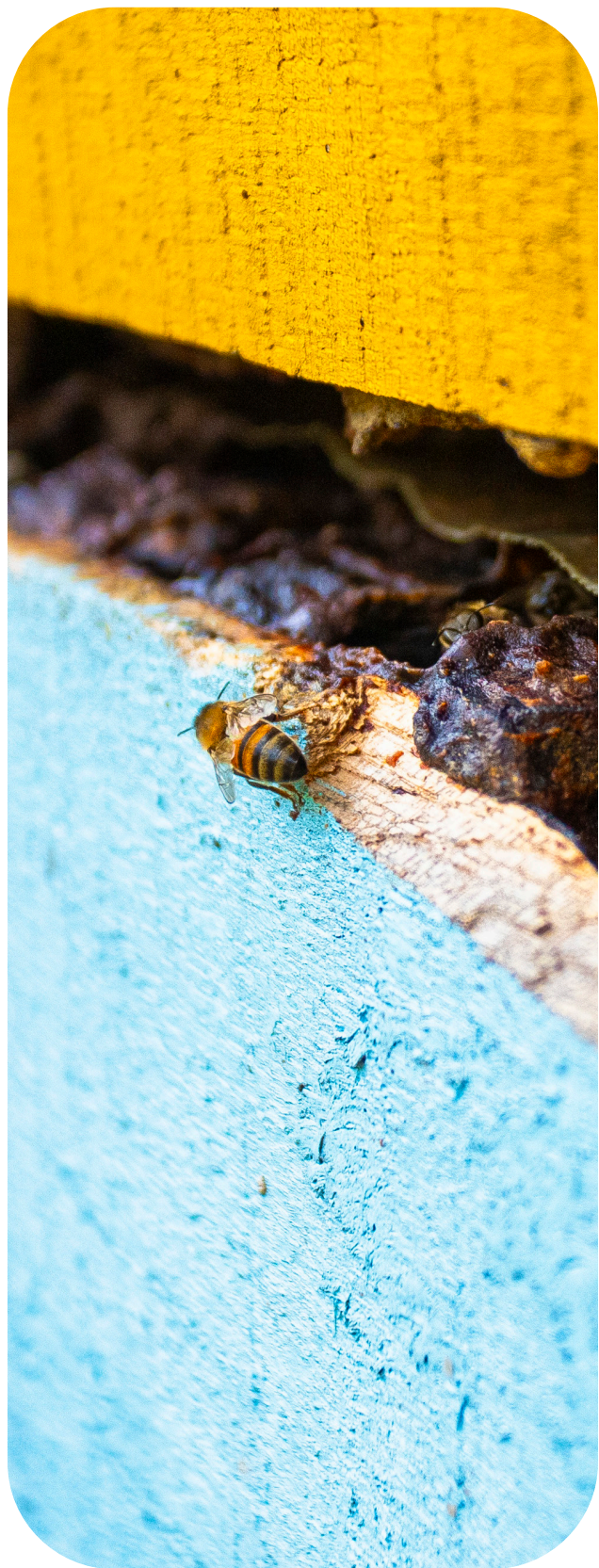
AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
a.C.	Antes de Cristo
ACES	Áreas de concentración de especies sensibles en el territorio
ADR	Agencia de Desarrollo Rural
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AHP	Proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process)
AICA	Áreas de importancia para la conservación de aves
ANT	Agencia Nacional de Tierras
APC	Áreas prioritarias de conservación
CAR	Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales



CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia, a partir de noviembre de 2018)
CPAA	Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DHR	Disponibilidad hídrica real
DMI	Distritos de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENA	Estudio nacional del agua
ETR	Evapotranspiración real
FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación)
Fedeabejas	Federación Colombiana de Apicultores y Criadores de Abejas
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
IAvH	Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
Icanh	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IDHC	Índice de disponibilidad de humedad para el cultivo
IE	Integridad ecológica
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
INAT	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
ISRIC	International Soil Reference and Information Centre
IUA	Índice del uso del agua



LEC	Línea especial de crédito
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MEN	Ministerio de Educación Nacional
MinCultura	Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes
MinTransporte	Ministerio de Transporte
m s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
OIE	Organización Mundial de Sanidad Animal
PET	Población en edad de trabajar
pH	Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
PH	Propiedad horizontal
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PSI	Porcentaje de sodio intercambiable
Runap	Registro único nacional de áreas protegidas
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SGC	Servicio Geológico Colombiano
SINA	Sistema Nacional Ambiental
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIOC	Sistema de Información de Gestión y Desempeño de las Organizaciones de Cadenas
SIG	Sistema de información geográfica
TUT	Tipo de utilización de la tierra
Unesco	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos)



Lista de símbolos

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grado Celsius
bar	unidad de presión
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
ha	hectárea
km	kilómetro
km ²	kilómetro cuadrado
l	litro
Ln	logaritmo natural
m	metro
Mm ³	millones de metros cúbicos
m ²	metro cuadrado
m ³	metro cúbico
mm	milímetro
ppm	partes por millón
t	toneladas métricas



Glosario

Álgebra de mapas: incluye un amplio conjunto de operadores o algoritmos que se ejecutan sobre una o varias capas *raster* con el propósito de producir una nueva capa *raster* de salida. El uso de operadores lógicos o condicionales permite elaborar operadores complejos para implementar procesos de análisis de datos en estructuras de tipo *raster* (Siraj et al., 2013).

Apiario: lugar en el cual se ubica un conjunto de colonias de la especie *Apis mellifera* (Resolución 0206 de 2022, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]).

Apicultura: ciencia aplicada que estudia a la abeja melífera (*Apis mellifera*) y se dedica al cultivo, cría y explotación de productos asociados (Silva et al., 2006).

Apitoxina: sustancia tóxica secretada por ciertas glándulas de las abejas y que se encuentran conectadas con el aguijón (Silva et al., 2006).

Aptitud de la tierra: potencial para establecer un tipo de utilización de la tierra, resultado del análisis de las combinaciones de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos que están enmarcados en una frontera agrícola (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2019).

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

Casta en insectos: conjunto de organismos de una determinada colonia, que se distinguen entre sí morfológicamente y se especializan en su comportamiento (Hölldobler y Wilson, 1990).

Cera de abejas: sustancia secretada por las glándulas ceríferas de las abejas, que ellas amasan y moldean para construir nuevos panales (Silva et al., 2006).



Colmena: habitáculo que el hombre proporciona artificialmente a las abejas para que en ella desarrollen la colonia. La colmena moderna está formada por un piso o piquera, un techo, una cámara de cría y diversos cajones, llamados *alzas*. Dentro de un alza se disponen cuadros móviles provistos de cera en forma de panal o de cera estampada, suspendidos en posiciones verticales y separados por un espacio que permite el tránsito de las abejas (Silva et al., 2006).

Colonia: familia de abejas que ocupa una colmena. Una colonia fuerte de *Apis mellifera* puede reunir más de 100.000 abejas y está formada por diversas castas (Vit, 2004).

Competitividad: determinante fundamental del modelo de crecimiento y desarrollo sectorial productivo. Se asocia al 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 la potencial productivo y elevar la calidad de vida (UPRA, 2014a).

Componente: composición de varios elementos agrupados para otorgar una significancia parcial a la aptitud. En la zonificación de aptitud, se tipifican los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico (Aguilar et al., 2018).

Criterio: conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud del uso específico de un territorio rural con fines productivos (Aguilar et al., 2018).

Desarrollo sostenible: proceso social destinado a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de, así mismo, satisfacer sus propias necesidades (World Commission on Environment and Development [WCED], 1987).

Enfoque ecosistémico: se refiere tanto al uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas como al mantenimiento de la integridad ecológica en calidad de paradigma de conservación para el bienestar humano. Bajo esta perspectiva, las estrategias de gestión deben considerar no sólo la dinámica en las escalas de la organización biológica, sino también las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológico-sociales (UPRA, 2014b).

Enjambre: grupo multitudinario de abejas que, junto a su respectiva reina, salen juntas de una colmena para establecer otra colonia.



Evaluación de tierras: proceso de determinación y predicción del comportamiento de una porción de tierra usada para fines específicos de acuerdo con aspectos físicos, económicos y sociales. Considera los factores económicos del uso propuesto; las consecuencias sociales para la gente del área; y las repercusiones, benéficas o adversas, para el medio ambiente (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 1976).

Evaluación multicriterio: método diseñado para lograr un objetivo específico cuando se requiere la evaluación de varios criterios. Un criterio es la base para una decisión y puede medirse o evaluarse. Existen de dos tipos de criterios: *factor*, para el cual se definen los niveles de aptitud; y *restricción*, considerado 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 tales alternativas (Eastman *et al.*, 1995).

Frontera agrícola: límite del suelo rural que separa las áreas, donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas de especial importancia ecológica, de las demás zonas cuyas actividades agropecuarias se han excluido por mandato de la ley (Resolución 261 de 2018, MADR).

Integridad ecológica (IE): medida tanto del funcionamiento permanente saludable de los ecosistemas en un territorio como de la provisión continuada de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos autogenerados y autosostenibles. En este sentido, la IE vincula el bienestar humano actual y futuro con el cuidado y la protección tanto de la Tierra como de los ecosistemas para el hábitat de las especies (Mackey, 2005; Ciontescu, 2012).

Jalea real: alimento segregado por las glándulas hipofaríngeas de las abejas obreras nodrizas, el cual es utilizado para alimentar tanto a la cría en edad de larva como a la reina (Silva *et al.*, 2006).

Mansedumbre: característica comportamental de tranquilidad y baja agresividad en los individuos que conforman la colonia de abejas (Muñoz O, 2021).

Mielato: tipo de miel que se produce a partir de las excreciones de las abejas de la succión de azúcares provenientes de partes de las plantas diferentes a las flores o al polen.

Miel de abejas: sustancia dulce y viscosa fabricada por las abejas a partir de la combinación de secreciones propias con el néctar de las flores, las secreciones de las partes vivas de plantas o de las excreciones de insectos (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 2007).



Ordenamiento productivo: proceso participativo de planificación multisectorial, de carácter técnico, administrativo y político, que busca contribuir al uso sostenible de los recursos en el territorio con el propósito de mejorar la productividad agropecuaria, la seguridad alimentaria y la competitividad local, regional, nacional e internacional bajo principios de responsabilidad social y sostenibilidad ambiental (Resolución 0128 de 2017, MADR).

Panal: estructura de cera construida por las abejas y compuesta de alvéolos hexagonales que comparten paredes comunes, en la cual se desarrollan las crías y se almacenan el alimento (Resolución 0206 de 2022, MADR).

Polen: células sexuales masculinas de las plantas con flores cuya función biológica consiste en fecundar los gametos femeninos para dar lugar a frutos y a semillas (Cobo, 1980).

Polen apícola: resultado de compactar el polen de las flores con néctar y sustancias salivares en las corbículas de las patas traseras de las abejas obreras. El polen apícola es recolectado por los apicultores con colectores que se ubican en la entrada de la colmena (Vit, 2004).

Propóleo: producto originado a partir de sustancias resinosas, gomosas y balsámicas, recolectadas por las abejas de yemas, flores y exudados de plantas, a las cuales las abejas añaden secreciones salivares, cera y polen para su elaboración (Vit, 2004).

Tipo de utilización de tierra (TUT): conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción que se enmarcan en un contexto social, económico, infraestructural y cultural. Se destacan el tipo de cultivo, los objetivos de producción, el tipo de manejo, la rotación cultural, la intensidad de mecanización y capital, la infraestructura requerida, el tamaño y la tenencia de la tierra (FAO, 2003).

Variable: atributo de la tierra que puede medirse o estimarse (FAO, 1976; Aguilar et al., 2018).

Zonificación de aptitud: Proceso que delimita e identifica las áreas con potencial para establecer y desarrollar 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 generar iniciativas de inversión, orientar la formulación de políticas y destinar recursos tanto públicos como privados del sector agropecuario (Aguilar et al., 2018).



Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 “Colombia potencia mundial de la vida”, en Ley 2294 de 2023, resalta las funciones de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) en cuanto a la protección del derecho humano a la alimentación de los habitantes del territorio nacional en las áreas de especial interés dentro de la frontera agrícola. En particular, la norma incluye las áreas de protección para la producción de alimentos (APPA), declaradas por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; en la estructuración de políticas sobre los distritos de adecuación de tierras; y en la identificación de predios rurales idóneos desde la dinámica del mercado de tierras que puedan incluirse en la futura reforma rural integral.

La UPRA, en cumplimiento de la Ley 1955 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*. Así mismo, considera las funciones del Decreto-Ley 4145 de 2011 de su creación 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; la Ley 1551 de 2012 en relación con la elaboración de planes de desarrollo y de ordenamiento territorial; la Ley 1776 de 2016 en cuanto a las zonas de interés de desarrollo rural, económico y social (Zidres); y la Resolución 0299 de 2019 (MADR). En definitiva, 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-Ley 4145 de 2011 como una unidad administrativa especial, de carácter técnico y especializado, sin personería jurídica pero adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), con autonomía presupuestal, administrativa, financiera y técnica. De acuerdo al decreto, se establecen las siguientes funciones para la UPRA: planificar el uso eficiente del suelo; definir los criterios y crear los instrumentos para prever el panorama de riesgos y una mayor competitividad de la producción agropecuaria en los mercados internos y externos; y definir criterios para el ordenamiento del suelo rural apto para el desarrollo agropecuario, que fundamenten la creación de políticas para ser consideradas por las entidades territoriales en los planes de ordenamiento territorial.

El proyecto formulado —al que se le asignaron recursos de inversión para la vigencia 2020 del presupuesto general de la nación (PGN)— se enmarca en los programas del nuevo catálogo de



cuentas del Ministerio de Hacienda y Crédito Público (MinHacienda), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la alineación del presupuesto orientado a resultados del programa 1704-ordenamiento social y uso productivo del territorio rural. Este presupuesto se orienta a las intervenciones para mejorar el acceso, uso y aprovechamiento adecuado de las tierras rurales, cuyos elementos constitutivos son la planificación del ordenamiento productivo para el uso eficiente del suelo rural; el ordenamiento social de la propiedad rural; y el desarrollo de lineamientos para la regulación del mercado de tierras. De acuerdo con lo anterior, la Dirección de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras (DUESAT) de la UPRA propuso llevar a cabo estudios para que el MADR y sus entidades adscritas generen instrumentos técnicos en la definición de políticas públicas.

En Colombia, el análisis de las problemáticas rurales y la definición de alternativas de manejo espacial a partir de la integración de múltiples factores ha sido limitado, dado que el énfasis se ha puesto en los aspectos climáticos y edáficos. En tal sentido, han quedado subordinados —e incluso, olvidados— los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales no sólo en la planificación integral del territorio, sino también en la formulación de políticas más acordes con el medio geográfico.





Así pues, surgió la necesidad de que la UPRA propusiera zonificaciones para los sectores agrícola, pecuario, forestal, acuícola y pesquero, abordados desde un enfoque interdisciplinario. Para ello, se partió de la premisa según la cual zonificación, como instrumento de planificación para las áreas rurales, permite identificar áreas geográficas con una combinación de características físicas, biológicas, humanas e institucionales aptas para un uso determinado, que pueden ser interpretadas según los objetivos para la gestión. Para aplicar este instrumento, se debe contar con información que facilite analizar los procesos físicos, socioecológicos y socioeconómicos que describen tanto la heterogeneidad como la particularidad de cada área geográfica (Ortiz-Lozano *et al.*, 2009).

Desde el año 2013, la UPRA ha realizado adaptaciones a la metodología de evaluación de tierras propuesta por la FAO y planteó la evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional, metodología a escala 1:100.000 (UPRA y Universidad Nacional de Colombia, 2013). Para esto, fue necesario basarse en el enfoque FAO en lo relativo a la forma de aplicar e incorporar no sólo los aspectos socioeconómicos referidos a la competitividad de las áreas), sino también a los de política y gobernabilidad, metodología fundamentada en el análisis multicriterio.

Los criterios y variables de los componentes físicos y socioecosistémicos de este método se integran en una matriz biofísica y los socioeconómicos, en otra, los cuales se ponderan de acuerdo con los atributos de una determinada cadena productiva para, al final, consolidar una matriz de paso entre los dos mapas intermedios y así obtener resultados de zonas aptas para un determinado uso. En el marco de esta actividad, la UPRA desarrolla estudios de referencia ya sea para la actividad misional de la unidad, ya 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 efectuado procesos de zonificación de cultivos, que suman más de 36 cadenas productivas, entre las que se destacan las siguientes de tipo agrícola: cacao, palma de aceite, papa, maíz tecnificado de clima cálido, arroz seco mecanizado, aguacate hass, mango, papaya híbrido tainung, fresa, piña MD-2, cebolla de bulbo, ají tabasco, pimentón, algodón, banano de exportación, caña de azúcar para la producción de panela, café, maracuyá, gulupa, granadilla, maíz tradicional y soya. Por su parte, la zonificación de plantaciones forestales agrupó las 33 especies que tiene en cuenta el certificado de incentivo forestal (ICR), instrumento del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a la que se suma el caucho natural.

Las zonificaciones pecuarias en la UPRA iniciaron con la de aptitud para la avicultura en el año 2016; le sigue el mapa para el sector porcícola 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 establecer ocho grupos de gramínea para el pastoreo. Para el año 2020, se definieron zonas aptas para la producción de búfalos y de ovinos de carne en pastoreo en Colombia; y en el 2021, se realizó la zonificación de caprinos también en pastoreo.

En el año 2020, la UPRA comenzó a actualizar metodológicamente seis zonificaciones de aptitud para cultivos comerciales de especies acuícolas en estanques en tierra y dos de aptitud pesquera. En el 2022, se llevó a cabo la zonificación de 20 especies forestales, que fueron finalizadas en el 2023. En este mismo año se realizaron estudios de zonificación de aptitud para los cultivos comerciales de frijón, caupí, plátano, yuca y producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000, a la cual está dedicado el presente documento.

Entre los objetivos específicos de la zonificación apícola, se destacan la elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 mediante la definición de criterios y variables que incidan en la delimitación de áreas con aptitud; la definición de los procesos de integración de los criterios para la zonificación; la identificación y la estandarización de la información geográfica disponible en bases de datos asociadas y la elaboración, con base en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000.

La presente memoria técnica se encuentra dividida en cuatro partes: en la primera, se expone un contexto general del tema, que incluye la reseña histórica, el origen y la clasificación taxonómica, los sistemas de producción, los requerimientos ambientales, la importancia económica internacional y nacional, el marco político y el marco normativo relacionados con la actividad en Colombia; la segunda enuncia los fundamentos conceptuales de la zonificación de aptitud; la tercera explica la metodología empleada, incluyendo los criterios dentro de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico, la evaluación y la ponderación de éstos para obtener el mapa de zonificación de aptitud y las técnicas de análisis consultadas; la cuarta presenta los resultados para identificar las áreas aptas para la producción comercial apícola, las conclusiones y la bibliografía; como anexo, se presentan las fichas metodológicas de cada criterio y cada variable, en las cuales se detallan la definición, la importancia, los limitantes de la evaluación, la metodología utilizada, los rangos para la asignación de valores de aptitud, la representación cartográfica y las fuentes de información.



1. Antecedentes

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

En cuanto al sector pecuario, se elaboraron las zonificaciones de aptitud para la avicultura en granjas comerciales, la porcicultura tecnificada, la ganadería vacuna de leche y carne en pastoreo, la ganadería bufalina, la ganadería de ovinos de carne en pastoreo y la ganadería de caprinos en pastoreo. Entre tanto, se actualizaron las zonificaciones de aptitud de especies acuícolas para los cultivos comerciales en estanques en tierra de tilapia, cachama, trucha, tres especies ícticas nativas (yamú,



bocachico y bagre rayado), camarón blanco y pirarucú; y las de pesca marina artesanal de camarón y de bocachico del río Magdalena.

El mapa de evaluación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 contribuye a cumplir los objetivos y las funciones de la UPRA; el desarrollo de políticas agropecuarias; la consolidación de posibles núcleos productivos; y las inversiones a escala nacional y regional. Es decir: la zonificación es parte del proceso de planificación agrícola y constituye una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.

1.1 Antecedentes de *Apis mellifera* en Colombia

En el año 1976, el Centro Interamericano de Promoción de Exportaciones (CIPE) publicó un estudio denominado *Informe final sobre el diagnóstico de la situación actual de la apicultura colombiana y bases para su desarrollo*, en el cual se estimó el potencial de capacidad para establecer colmenas de *Apis mellifera* en Colombia. Se concluyó que el país contaba para la época con 447.425 km² aptos para el desarrollo de la apicultura, los cuales presentaban potencial para la instalación de 742.000 colmenas (ver tabla 1).

Tabla 1. Potencial departamental para la instalación de colmenas de *Apis mellifera* en Colombia

Departamento	Área apta para apicultura en km ²	Número de colmenas estimadas (1976)
Cesar	16.595	83.000
Córdoba	17.248	86.000
Boyacá	61.382	76.500
Antioquia	56.184	70.500
Norte de Santander	19.703	66.000
Magdalena	12.238	61.000
Meta	63.987	53.000
Cauca	28.496	47.500
Santander	27.468	46.000
Bolívar	13.133	44.000



Departamento	Área apta para apicultura en km ²	Número de colmenas estimadas (1976)
Tolima	20.544	34.000
Cundinamarca	20.043	33.000
Huila	17.933	30.000
Valle del Cauca	15.429	26.000
Nariño	29.797	25.000
Sucre	4.473	22.000
Caldas	4.495	7.500
Atlántico	1.416	7.000
Risaralda	2.908	5.000
Quindío	1.203	2.000

Nota: la división política de algunos departamentos entre 1976 y la actual no es la misma, por lo que la superficie total difiere entre los dos periodos y se percibe una disparidad entre las cifras reportadas tanto para el área como para el número de colmenas.

Fuente: Cornejo (1976).

Desde el diagnóstico realizado en la década de 1970, no se reportaron trabajos posteriores que evaluaran el potencial apícola del país. Sin embargo, durante la década de 1990, algunas instituciones —como Corpoica— estimaron que Colombia podría albergar más de un millón de colmenas (Vásquez y Tello, 1995).

1.2 Contexto sectorial

A continuación se presentan los aspectos generales de la especie *Apis mellifera* y los relacionados con los sistemas actuales de producción.

1.2.1 Reseña histórica

La especie *Apis mellifera* fue introducida en Colombia durante la colonización, actividad que se desarrolló rústicamente hasta la segunda mitad del siglo XIX, cuando surgieron los primeros apiarios tecnificados. La introducción del manejo de *Apis mellifera* cambió la orientación de los criadores de abejas, pues se volcó hacia esta especie en detrimento del manejo del recurso nativo.



En el año 1950 se implementó la Campaña Nacional Apícola y en 1959 se creó la Asociación Nacional de Apicultores (Silva et al., 2006). Para la década de 1970, la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia fomentó la diversificación agropecuaria con la ayuda de la apicultura. A comienzos de la década de 1990, se reportó la aparición del ácaro *Varroa destructor*, el cual produjo la pérdida de un gran número de colonias y desestimuló la actividad apícola (Martínez, 2006; Sánchez et al., 2013).

Hacia el 2020, la producción apícola se articuló con los cultivos de la especie forestal *Acacia mangium* para la producción de *mielatos* de néctar extrafloral, con altos promedios de producción en la Orinoquia (Castro-Mercado et al., 2021). Actualmente, se estima que Colombia cuenta con 157.696 colonias, dispuestas en 7.168 apiarios. En las zonas cálidas y de clima medio del territorio, los principales objetivos productivos apícolas son la miel; mientras que, en las zonas frías, se prioriza la producción de polen.

Se reconoce que la mayor importancia de la actividad apícola se halla en la prestación de servicios ecosistémicos para garantizar la seguridad alimentaria y mantener la diversidad de plantas en los ecosistemas naturales (MADR, 2021). En la figura 1 se puede consultar la línea de tiempo de la apicultura en Colombia.



Figura 1. Línea de tiempo del desarrollo de la apicultura en Colombia



Fuente: UPRA (2024).

1.1.2 Generalidades de *Apis mellifera*

Las abejas se encuentran clasificadas en el reino *animalia* phylum *Arthropoda*, clase *Insecta*, familia *Apidae*, género *Apis* y especie *Apis mellifera* (Silva et al., 2006). La abeja de la especie *Apis mellifera* convive en sociedades con alto número de miembros: se comunican entre ellas, establecen jerarquías y distribuyen las labores (Nates-Parra, 2011). En la figura 2 se muestra la diferencia de individuos de las castas obrera, zángano y reina.

Figura 2. Castas de la especie *Apis mellifera*



.....● Casta obrera



.....● Casta zángano



.....● Casta reina

Fuente: Mike Bentley, University of Florida/ Institute of Food and Agricultural Sciences (2024).



La casta *obrero* es la de mayor número de individuos en la colonia. Conformada por hembras, se encarga de casi todas las tareas requeridas para el funcionamiento de la colonia. El tracto reproductivo de esta casta no está completamente desarrollado (Silva et al., 2006). Poseen una estructura denominada *corbícula*, ubicada en la tibia del tercer par de patas, en la que transportan polen y resinas. Poseen un aguijón para inyectar *apitoxina*, sustancia venenosa que las secretan como método de defensa (Miranda et al., 2014). La casta *zángano*, cuya principal función es la reproductiva, corresponde a los machos de la colmena, los cuales están desprovistos de corbícula y de aguijón. Por su parte, la casta *reina* es la reproductiva, altamente *eusocial* en las abejas, cuya postura alcanza un promedio de 3.000 huevos al día (Mantilla, 1997). La reina se encarga de la segregación de feromonas para mantener comportamientos deseables en los individuos (Princen et al., 2019).

De acuerdo con Tibatá et al. (2018), *Apis mellifera* se desarrolló en Europa, África y Asia. Incluye varias subespecies, clasificadas en los siguientes cinco linajes: grupo C (cárnica): *Apis mellifera carnica* y *A. mellifera ligústica*; grupo M (abejas melíferas de Europa): *Apis mellifera mellifera* y *A. mellifera iberiensis*; grupo A (africano): *Apis mellifera scutellata*, *A. mellifera capensis*, *A. mellifera lamarckii*, *A. mellifera litorea*, *A. mellifera adansonii*, *A. mellifera intermisa* y *A. mellifera unicolor*; grupo O (abejas orientales): *A. mellifera anatoliaca*, *A. mellifera caucasica*, *A. mellifera syriaca*, *A. mellifera pomonella* y *A. mellifera cypria*; y grupo Y (abejas de Etiopía).

Debido a la actividad humana, *Apis mellifera* se ha distribuido por casi todo el mundo (Michener, 2007). Actualmente, en Colombia se reconoce el biotipo de abeja africanizada (linaje A) como predominante (Tibatá et al., 2018). El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se considera una reserva genética de abejas europeas.

1.3 Sistemas de producción apícola

De acuerdo con Laverde et al. (2010), para el año 2010 el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural propuso una clasificación de los sistemas productivos apícolas en como *rústico*, *tradicional* y *tecnificado* (ver tabla 2).



Tabla 2. Clasificación de los sistemas productivos apícolas por grado de tecnificación

Grado de tecnificación	Características
Rústico	Colmenas artesanales Cuadros fijos Enjambres silvestres Uso de productos prohibidos Extracción manual de los panales Costos bajos de producción Uso de más del 70 % de la miel para autoconsumo Mercado informal
Tradicional	Colmenas de cuadros móviles Equipo manual Menos de veinte colmenas Rendimientos medios Costos de producción medios Conocimientos básicos
Tecnificado	Asistencia técnica Manejo de registros Contabilidad detallada Material genético mejorado Cría de reinas Equipo industrial Empresas productoras Cumplimiento de la normativa Rendimientos altos Acceso a créditos con capacidad de endeudamiento

Fuente: Laverde (2010).

Otra clasificación de los sistemas productivos apícolas se enfoca en los apiarios, según las posibilidades de polinización de cultivos, bioindicadores y *apiturismo*. Los apiarios pueden generar bienes, como material biológico compuesto de reinas, núcleos y paquetes de abejas; productos de segregación como cera, *apitoxina* y jalea real; y productos de recolección y transformación, en los cuales las abejas recolectan materias primas del entorno y luego las transforman en nuevos productos, como la miel, el polen y el propóleo (Sánchez et al., 2013).



1.4 Requerimientos físicos y ambientales para instalar apiarios

En términos climáticos, se consideran zonas aptas los lugares con temperaturas promedio mayores a 5 °C, dado que, por debajo de esta temperatura, *Apis mellifera* del biotipo africanizado presenta limitantes para sobrevivir. Las precipitaciones deben ser preferiblemente moderadas, es decir, entre 500 y 1.800 mm al año. Las colmenas se deben instalar en lugares con riqueza de flora nectarífera y polinífera, siempre y cuando se respete la integridad ecológica. Las colonias deben estar ubicadas a una distancia prudente de las comunidades humanas altamente pobladas —se estima que mínimo a unos 200 metros— y en lugares alejados de fuentes de ruido, torres eléctricas, trapiches y contaminación agroquímica.

Para instalar colonias de abejas, el medio edáfico debe proporcionar una amplia diversidad florística que permita mayor pecoreo, lo cual, si se conoce mejor, facilita la elaboración de calendarios apícolas. Los mejores lugares para las instalaciones no deben tener pendientes muy altas que impidan las labores en las colmenas. El suelo debe estar bien drenado, es decir, libre de encharcamientos e inundaciones largas; evitar la influencia del oleaje marino; en áreas no susceptibles de movimientos en masa; fuera de alcance del impacto o de la contaminación de flujos volcánicos; y en zonas de baja exposición a incendios de la cobertura vegetal.

1.5 Contexto mundial

En cuanto a los principales países productores de miel natural durante el periodo 2017-2021, China fue el principal productor en el año 2021, con una participación promedio de 26,7 %; le siguen Turquía, Argentina e Irán, con una participación del 5,4 %, 4,0 % y 4,3 %, respectivamente. Las cifras con mayor producción para estos países se presentaron en los años 2017 y 2018, excepto para Irán, país que reportó la máxima producción de miel natural durante el año 2021 (ver tabla 3).



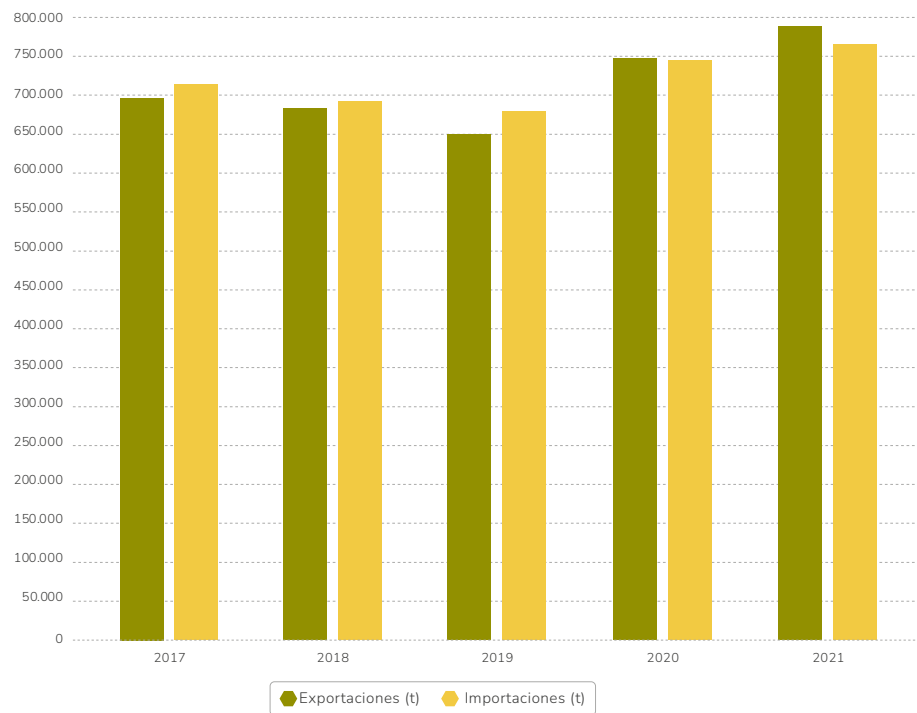
Tabla 3. Principales países productores de miel natural en toneladas, periodo 2017-2021

País	2017	2018	2019	2020	2021
China	542.544	446.879	444.054	458.100	472.700
Turquía	114.471	107.920	109.330	104.077	96.344
Argentina	76.379	79.468	78.909	72.441	71.318
Irán	72.206	72.796	72.851	74.293	77.152
Otros países	1.072.709	1.131.446	1.051.980	1.065.566	1.054.429
Total	1.878.309	1.838.509	1.757.124	1.774.477	1.771.943

Fuente: FAOSTAT (2023).

En lo referente al comercio internacional de la miel natural, según FAOSTAT (2023) las cantidades importadas y exportadas en el mundo durante el periodo 2017-2021 tuvieron un descenso hacia el año 2019. Sin embargo, se observó en todo el periodo un incremento del 13 % en las exportaciones y del 7 %, en las importaciones (ver figura 3).

Figura 3. Importaciones y exportaciones mundiales de miel natural en millones de USD, periodo 2017-2021



Fuente: FAOSTAT (2023).



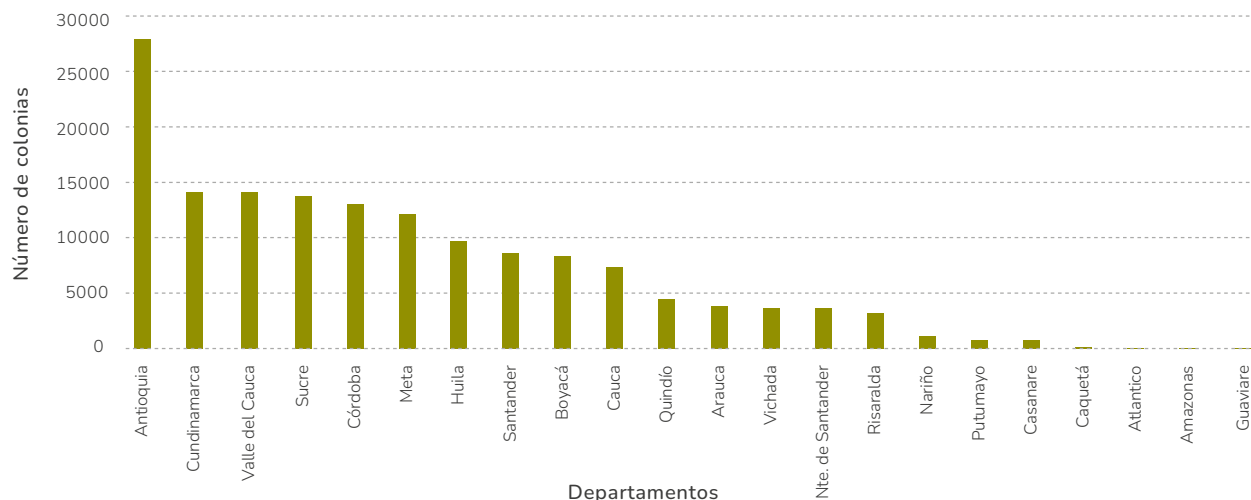
Para el 2021, el principal país exportador de miel natural fue China, con una participación del 18,5 %; le siguen India, con 8,9 %, Ucrania, con 7,8 %, y Vietnam, con 7,8 % también. Respecto a las importaciones, en el año 2021 Estados Unidos ocupó el primer lugar, con el 28,8 % de la participación mundial; seguido de Alemania, con 10,3 %, Japón, con 6,2 %, Reino Unido, con 6,1 % y Polonia, con 4,9 % (FAOSTAT, 2023).

Respecto al consumo per cápita mundial comprendido entre el 2017 y el 2021, se registraron valores que oscilaron entre 0,21 y 0,22 kilogramos por año. Por su parte, Nueva Zelanda, Croacia, Grecia y Albania tuvieron consumos que fluctuaron entre 1,52 y 2,64 kilogramos por persona por año (FAOSTAT, 2023). De otros productos, como el polen, no existen reportes del mercado en el mundo.

1.6 Contexto nacional

En Colombia, la apicultura se desarrolla, principalmente, como una actividad familiar (MADR, 2022b). En el año 2022, se estimó que Colombia contaba con 157.696 colonias y 3.000 productores. El mayor número se reportó en Antioquia, seguido de Cundinamarca, Valle del Cauca y Sucre (MADR, 2021). En la figura 4 se observa la distribución de las colonias de abejas en Colombia.

Figura 4. Distribución del inventario de colonias de abejas en Colombia

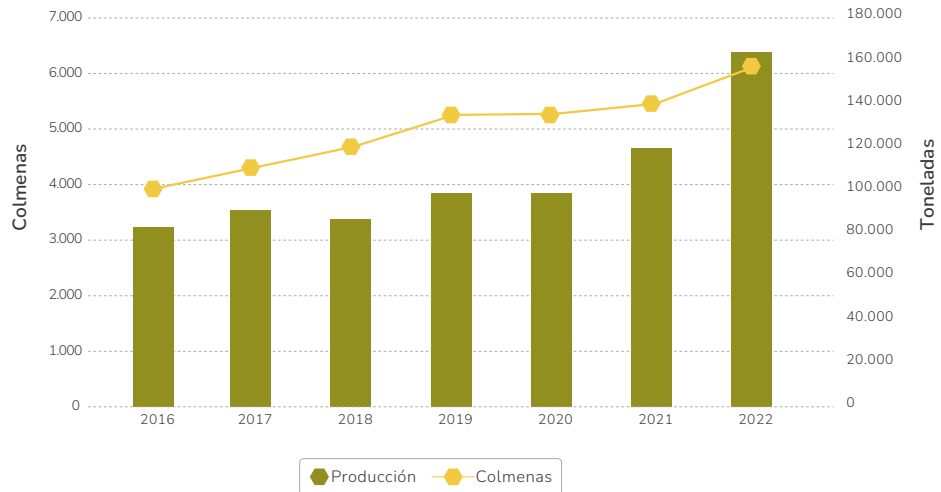


Fuente: MADR (2021).



La producción de miel, que en el país ha reportado un crecimiento sostenido a lo largo de los años, pasó de 3.228 toneladas y 100.881 colmenas en el 2016 a una producción de 6.376 toneladas y 157.696 colmenas en el 2022 (ver figura 5). Por su parte, el comportamiento de la producción y el número de colmenas entre los años 2016 y 2022 presentó un aumento de 97,5 % y 56,3 %, respectivamente (MADR, 2021; 2022b).

Figura 5. Producción de miel de abejas en toneladas y cantidad de colmenas en Colombia, periodo 2016-2022



Fuente: MADR (2021; 2022b)

Las regiones Andina y Caribe lideran la producción de miel de abejas. En la región Andina, con 2.708 toneladas, se destacan los departamentos del Huila y Antioquia, los cuales agregan más del 54,3 % de la producción de la región. La región Caribe aporta 2.049 toneladas en con los departamentos de Sucre, Córdoba y Bolívar, que representan el 82,3 % de la participación regional. En tercer lugar se halla la Orinoquia, que produce 904 toneladas y cuya mayor participación se presenta en el departamento del Meta. Estas tres regiones produjeron el 88,8 % de la miel del país en el año 2022. Las regiones Pacífico, Amazonia e insular reportaron producciones de 668, 41 y 5 toneladas, respectivamente (MADR, 2022b).

Los rendimientos de miel natural en Colombia son de aproximadamente 32 kilogramos por colmena por año. Aun así, se tienen registros de máximo 50 kilogramos en alturas de hasta los 1.000 metros sobre el nivel de mar y de unos 10 a 22 kilogramos en altitudes que oscilan entre los 1.000 y los 2.900 metros (Vásquez, et al. 2021). Las asociaciones



entre los cultivos forestales de *Acacia mangium* con apicultura han permitido obtener promedios que rodean los 40 kilogramos de miel por colmena, lo cual ha aportado al crecimiento de la apicultura en la región de la Orinoquia (Castro-Mercado y Díaz-Moreno, 2016).

Respecto al consumo per cápita en Colombia, se han reportado 77 gramos por año, valor bajo comparado con el promedio mundial, que fluctúa entre los 210 y los 220 gramos por año (MADR, 2021). Cabe advertir que en Colombia se ha informado de un alto nivel de adulteración o falsificación de la miel y de los productos derivados (Claro et al., 2021). Debido a este fenómeno, no es posible establecer con exactitud el consumo per cápita bajo la denominación real de *miel de abejas*.

En relación con la producción nacional de polen, en el año 2022 se reportó un producción de 268 toneladas, de las cuales el 49 % se produjo en el altiplano cundiboyacense y el 27 %, en Norte de Santander. La producción anual de polen por colmena se ha estimado en 35 kilogramos, considerada una de las más altas del mundo.





Según la partida arancelaria 040900 de la DIAN, Colombia ocupa la posición 106 en el mundo como país exportador de miel natural de abejas, con ventas que variaron entre las 4 y las 13 toneladas para el período 2018-2021, cuyos ingresos fluctuaron entre los 7.000 y los 43.000 USD anuales. Aruba se destaca como el principal comprador de miel natural colombiana, con unas 9 toneladas; seguido de Estados Unidos y Curazao, con 3 toneladas cada uno (TradeMap, 2023). Por su parte, las importaciones a Colombia, procedentes de México y Argentina durante el periodo 2018-2021, registraron un valor máximo de 457 toneladas en el año 2021 y uno mínimo de 99 en el año 2019 (ver tabla 4).

Tabla 4. Importaciones de miel de abejas en toneladas, periodo 2018-2021

Fuente: TradeMap (2023).

País de origen	2018	2019	2020	2021
Argentina	216	51	283	195
México	144	48	307	260
Otros países	31	—	—	2
Total	391	99	590	457

Sin embargo, la balanza comercial para el periodo 2018-2021 expresó resultados negativos, con saldos comerciales que oscilaron entre los -95.000 y los -577.000 USD (ver tabla 5). Esta balanza indica una alta demanda de miel, que fue suplida, principalmente, por las importaciones durante el periodo de referencia.

Tabla 5. Balanza comercial para la miel de abejas en miles de USD, periodo 201-2021

Fuente: MADR (2021).

Año	2018	2019	2020	2021
Importaciones	391	99	590	457
Exportaciones	4	4	13	7
Balanza	-387	-95	-577	-449

1.7 Cadena productiva de las abejas y de la apicultura en Colombia

En lo que se refiere a la cadena productiva de las abejas y de la apicultura en el país, en la figura 6 se pueden consultar la estructuración de los actores que intervienen en el proceso, desde la producción primaria hasta la comercialización nacional e internacional.



Figura 6. Cadena productiva de las abejas y de la apicultura



Fuente: MADR (2016).

1.8 Marco político y normativo

Respecto a los lineamientos sobre políticas públicas relacionadas con la producción apícola en Colombia, en la tabla 6 se exponen los más relevantes para el sector.

Tabla 6. Marco político del sector apícola en Colombia

Marco político	Lineamientos relacionados
Política de comercio internacional	<p>Al ser bienes transables en el mundo, los productos derivados de la apicultura son sujetos de los tratados comerciales que suscriba el Estado colombiano con los países y bloques económicos. A continuación se presentan algunos acuerdos internacionales relevantes para el sector apícola, en los cuales se dispuso la eliminación de aranceles para los productos apícolas:</p> <p>Ley 1721 de 2014, “por medio de la cual se aprueba el ‘acuerdo marco de la alianza del Pacífico’, suscrito en Paranal, Antofagasta”.</p> <p>Ley 1669, de 2013, “por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo comercial entre Colombia y el Perú, por una parte, y la Unión Europea y sus Estados Miembros, por otra”, firmado en Bruselas, Bélgica, el 26 de junio de 2012”.</p> <p>Ley 1143 de 2007, “por medio de la cual se aprueba el ‘Acuerdo de promoción comercial entre la República de Colombia y los Estados Unidos de América’, sus ‘Cartas Adjuntas’ y sus ‘Entendimientos’, suscritos en Washington el 22 de noviembre de 2006”.</p> <p>Acuerdo de Integración Subregional Andino (“Acuerdo de Cartagena”) de 1969, por medio del cual “se crea la ‘Comunidad Andina’, integrada por los Estados soberanos de Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, y por los órganos e instituciones del Sistema Andino de Integración”</p>



<p>Política de calidad y certificación</p>	<p>Colombia, a través del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), vela por el cumplimiento de las normas de calidades nacionales e internacionales. Para el caso de la actividad apícola, el instituto desarrolló la NTC 1273 de 2007, de carácter voluntario, que cubre a todos los tipos de miel elaborado por abejas obreras de la especie <i>Apis mellifera</i> en las formas de presentación que se ofrecen para el consumo directo. Igualmente, el Icontec estableció la NTC 1466 de 1998, también de carácter voluntario, que aplica para la cera de abejas con destino a la industria de cosmética (Icontec, 1998; 2007).</p>
<p>Política sanitaria</p>	<p>Como miembro de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), Colombia articula sus políticas internas tomando como referente los estándares de la organización. El Código Sanitario para los Animales Terrestres dispone en el título 9 las seis enfermedades de monitoreo obligatorio para la familia <i>Apinae</i>, enfocado en <i>Apis mellifera</i> (OIE, 2023).</p>
<p>Constitución Política colombiana de 1991</p>	<p>Los artículos 64 y 65 de la Constitución Política de la República de Colombia de 1991 dan prioridad al sector agropecuario y a la producción de alimentos (Asamblea Constituyente de Colombia, 1991).</p>

Fuente: Elaboración propia.





Sobre los lineamientos normativos relacionados con la producción de apícola en Colombia, en tabla 7 se registran algunos de los más relevantes para el sector.

Tabla 7. Marco normativo del sector apícola en Colombia

Norma	Descripción
Resolución 8390 de 2023 (ICA)	Establece “los requisitos y el procedimiento para obtener la certificación en Buenas Prácticas Apícolas (BPAP) en los predios dedicados a la producción de la especie <i>Apis mellifera</i> ”.
Resolución 0740 de 2023 (ICA)	“Por la cual se da cumplimiento a la sentencia del 12 de diciembre de 2019, proferida por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Primera, Subsección ‘A’, Expediente 25000-23-41-000-2018-00704-00 y se dictan otras disposiciones”. La norma prohíbe el registro de plaguicidas químicos agrícolas y pecuarios cuyo ingrediente activo sea <i>fipronil</i> ; cancela registros; prohíbe la importación del ingrediente activo como materia prima o producto terminado; y exige el agotamiento de inventarios de producto y rotulados aprobados. Además, en la prohibición de fabricación, formulación, envase, distribución, comercialización o uso de plaguicidas químicos agropecuarios con base en <i>fipronil</i> se exceptúan las actividades de importación, fabricación, formulación, envase y exportación que realicen las plantas de producción para comercializar el producto fuera del territorio nacional.
Resolución 19650 de 2023 (ICA)	Establece “los requisitos para el registro ante el ICA de los predios destinados a las actividades productivas con la especie <i>Apis mellifera</i> y/o abejas nativas sin aguijón-ANSA, así como para el registro de apicultores y/o criadores de abejas nativas sin aguijón-ANSA, en el territorio nacional”.
Resolución 1407 de 2022 (MinSalud)	Establece “los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano”. Se incluye la miel de abejas.
Resolución 206 de 2022 (MADR)	“Por la cual se adopta el manual de condiciones de bienestar animal en la cría de abejas (<i>Apis mellifera</i>) en el sector agropecuario”.
Ley 2193 de 2022	“Por medio de la cual se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras disposiciones”.



Norma	Descripción
Ordenanza 81 de 2022 (Asamblea Departamental de Cundinamarca)	Se “declara a las abejas como seres vivos de especial protección y de importancia ecológica, económica y social; se reconoce la apicultura y la cría de abejas como actividades de trascendencia cultural en el departamento de Cundinamarca”.
Ordenanza 22 de 2020 (Asamblea Departamental de Boyacá)	Se “declara a las abejas y demás polinizadores como seres vivos de especial protección, de importancia ambiental, económica y social, se reconoce la apicultura como una actividad ancestral, de trascendencia cultural en el departamento de Boyacá”.
Ordenanza 19 de 2020 (Asamblea Departamental de Sucre)	Se “declara a las abejas insectos de interés social, económico y ecológico del departamento de Sucre”.
Ordenanza 30 de 2020 (Asamblea Departamental del Quindío)	Se “declara a las abejas insectos de interés social, económico y ecológico del departamento del Quindío”.
Ordenanza 10 de 2019 (Asamblea Departamental del Casanare)	Se “declara a las abejas, insectos indispensables y de interés para el desarrollo ecológico, social y económico en el departamento de Casanare”.
Ordenanza 46 de 2018 (Asamblea Departamental de Antioquia)	Se “declara a las abejas insectos de interés ecológico, social y económico en el departamento de Antioquia”.
Resolución 3714 de 2015 (ICA)	Establece las enfermedades de declaración obligatoria para las abejas en todo el territorio nacional.
Resolución 2674 de 2013 (MinSalud)	La norma exige de obligatoriedad del registro sanitario, permiso sanitario o notificación sanitaria a la miel de abejas y a otros productos apícolas.
Resolución 0282 de 2012 (MADR)	“Por la cual se reconoce a la organización de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura”.

Fuente: UPRA (2024).



1.9 Alcances y limitaciones

El mapa de zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 fortalece el desarrollo de políticas para el sector. Para ello, prioriza la construcción de núcleos productivos y orienta inversiones tanto en el orden nacional como regional. Así mismo, se conforma como una herramienta para la planificación rural agropecuaria y el ordenamiento territorial.

La evaluación, de carácter indicativo, considera todo el territorio continental colombiano y tiene en cuenta la escala de trabajo. De esta forma, la evaluación no es un instrumento de regulación ni de reglamentación de uso del suelo, pues la competencia les corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción; tampoco reemplaza la elaboración de proyectos de inversiones puntuales. Estos proyectos requieren de análisis más detallados y de información más precisa para que se evalúen a nivel local los requerimientos según la especie y las condiciones de competitividad que se relacionan con la ubicación del proyecto, los objetivos de la producción, los productos, el mercado y el flujo de caja.

La metodología desarrollada para la zonificación de aptitud de la producción comercial apícola a escala 1:100.000 se fundamenta en criterios y enfoques que ha venido ajustando la UPRRA de acuerdo con estudios realizados no sólo por entidades internacionales —como la FAO—, sino también por entidades nacionales —como el Ideam, el IGAC, el ICA, el IAvH o Agrosavia—. En este sentido, la presente propuesta fortalece los enfoques existentes al incorporar la información actualizada, las variables, los métodos de evaluación multicriterio y las herramientas que facilitan la integración.

La zonificación de aptitud para la producción comercial apícola se lleva a cabo considerando los siguientes principios: prioriza las áreas más competitivas para la producción comercial apícola, de allí que se identifiquen los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis; la definición del TUT y de sus requerimientos siguen la



información existente sobre la producción apícola; las áreas con restricción legal se catalogan como *excluyentes* y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los criterios.

Además, las áreas donde apliquen normas ambientales, sociales y culturales que condicionen el uso a otros procesos vigentes deben ser analizadas de forma diferencial, como sucede con los territorios colectivos de comunidades étnicas y campesinas. El propósito consiste en proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de esas comunidades. La producción apícola no pondrá en riesgo las áreas naturales o con potencial de ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos, como bosques, páramos, rondas hídricas y zonas de recarga de acuíferos, para las cuales prima los criterios de exclusión técnica y restricción legal.

La inclusión de nuevos criterios o variables dentro del proceso de zonificación está sujeta a la disponibilidad de información oficial. De tal suerte, 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 la recolección, custodia y desarrollo.

Finalmente, dado que el mapa de zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 se fundamenta en la información secundaria de las entidades oficiales, puede contener generalizaciones que afectarían la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no se presenta con corte a un determinado lapso, lo cual implica actualizar la zonificación, según la naturaleza de los criterios, por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático que facilite la labor.

A photograph showing two individuals in full-body protective suits, including hoods and gloves, working in a field. One person is wearing a white suit and the other a dark green suit. They are positioned next to a wooden beehive with a corrugated metal roof. The beehive has several horizontal sections painted in yellow, white, and blue. A plume of white smoke or steam is rising from the beehive. The background is a lush, green, hilly landscape with various plants and ferns.

2. Marco conceptual

La gestión sostenible del ambiente, la sociedad y la economía se ha convertido en tema esencial tanto para el diseño de las políticas como para las decisiones de planificación sectorial en la mayor parte del mundo (Rodiek, 2009). Para planificar con efectividad el 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 los diversos usos (Harms et al., 2015). Este sector representa uno de los más importantes para el bienestar humano, pues puede aumentar los ingresos y mejorar la condición social de los productores, según sea la distribución y la calidad de los recursos disponibles.

El modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) parte de un enfoque multidisciplinario que contempla los fundamentos sobre la definición y evaluación de la aptitud del esquema de evaluación de tierras. El modelo considera la integración de los componentes biofísico y socioeconómico, los cuales abarcan las características de un tipo de utilización de tierras desde el punto de vista de la productividad, es decir, a partir de los criterios edafoclimáticos que aborda el esquema de la FAO. Además,



se fortalece al incorporar criterios de sostenibilidad y competitividad mediante la evaluación de los criterios que involucran los componentes adicionados (ver figura 7).

Figura 7. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas



Fuente: UPRA (2021).

Para integrar los componentes, la zonificación emplea un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio: Analytic Hierarchy Process (AHP), el cual permite generar las alternativas de decisión más adecuadas de uso del suelo. De acuerdo con éstas, dentro del procedimiento de planificación participan diversos actores, quienes asignan una calificación a partir del desarrollo de determinados criterios; después llevan el proceso al programa estadístico PriEsT (Priority Estimation Tool) para asignarle pesos a cada criterio.

Dentro de la metodología que implica la integración de los mapas, la UPRA utiliza una primera matriz AHP para integrar los componentes físicos y socioecosistémicos, denominada *integrado biofísico*; y otra que



agrupa los criterios socioeconómicos en un solo mapa, denominada *integrado socioeconómico*. Posterior a esto, se genera un árbol de decisión mediante una matriz de paso para obtener el mapa definitivo de aptitud. El enfoque de productividad basa su metodología en la *evaluación de tierras*, definida como una técnica que permite identificar y valorar los usos específicos que se adaptan a las condiciones de las tierras analizadas, cuya finalidad consiste en proponer sistemas de uso apropiados y sostenibles a largo plazo (FAO, 2007).

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

La FAO propone un conjunto de cualidades para ser empleadas en el proceso de evaluación de tierras, denominadas, en este desarrollo metodológico, *criterios* y *variables*, respectivamente. El número de estas cualidades, que es flexible, está determinado por los objetivos de aplicación, la escala de trabajo y los datos disponibles (FAO, 2007). En zonificación, el proceso de evaluación de tierras se aborda de manera multidisciplinaria, pues brinda los elementos para analizar los criterios relacionados con las dimensiones físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas de la cadena productiva por evaluar, siempre sobre una base sostenible. Desde el enfoque físico, es importante, con el análisis de los elementos en un espacio territorial, que se pueda determinar primero la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido.

Ahora bien, de acuerdo con los estudios realizados para la producción apícola, se han precisado algunas características que identifican criterios y variables que están agrupados en los subcomponentes *climático* y *edáfico*. El primer subcomponente recoge los elementos del clima que les permiten a las abejas pecorear; mientras que el subcomponente edáfico relaciona los criterios que representan las características de los suelos que favorecen el crecimiento, desarrollo y la posterior inducción a la floración de las plantas. Así mismo, analiza los criterios relacionados



con los posibles eventos naturales que ponen en peligro las instalaciones apícolas y un criterio que evalúa las condiciones del terreno que facilita albergar y llevar a cabo las labores de logística para establecer y mantener las colmenas en una determinada zona.

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

El objetivo de la perspectiva socioecosistémica consiste en establecer 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 propiedades deberán ser aportantes a la productividad y a la competitividad del sistema para ejecutar el paradigma de conservación del bienestar humano (MADS, 2012; Martín-López *et al.*, 2009, como se citaron en UPRA, 2014).

Este enfoque incorpora a la zonificación los fundamentos para mantener el capital natural, como la biodiversidad, la integridad ecológica o los servicios ecosistémicos. Para ello, se requiere de una distribución más equitativa de los beneficios de ese capital, que debe incluir a la sociedad, la economía y la cultura al constituir nuevas actividades hacia la armonización entre la producción, la conservación y la reducción de procesos de degradación del patrimonio natural colombiano (UPRA, 2017).

Desde los criterios socioecosistémicos, la aptitud representa el potencial del territorio para el establecimiento y permanencia de una cadena productiva determinada. De tal forma, en las áreas con mayor aptitud la actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.



El enfoque de la competitividad se define 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 pero menor precio que otros productores domésticos e internacionales (Porter, 1980). La competitividad constituye el factor determinante del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario, pues no sólo es la condición de viabilidad de los productos en el mercado, sino que también genera oportunidades sostenibles (DNP, 2010).

En relación con la zonificación de una cadena productiva, la competitividad se expresa como la capacidad de una región de generar las condiciones de producción para promover el desarrollo sostenido del sistema productivo. Así, permite mejorar las condiciones de vida y el bienestar de los habitantes, en especial, de los empresarios y familias dedicados al negocio. Es decir: la competitividad implica que un sistema productivo exija requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollarse, sobre lo cual se basa el componente socioeconómico para establecer dónde está el negocio y cómo podría moverse en el territorio a través del tiempo.

Rossiter (2009) plantea considerar ciertos lineamientos en la evaluación de tierras que representan el enfoque a la zonificación de aptitud de las cadenas productivas. Se destacan los siguientes: considera un enfoque multidisciplinario y sectorial para la zonificación de una cadena productiva; utiliza un enfoque paralelo en el que cada criterio se aborda conjuntamente y se le otorga una clasificación; reconoce las múltiples funciones de la tierra tanto para la producción de alimentos como para la conservación del medio ambiente; reconoce criterios sobre el uso de la tierra que integran características físicas, climáticas, ecosistémicas, institucionales, de transporte, mano de obra y población; fomenta la participación de los interesados en los procesos de zonificación de aptitud; define la sostenibilidad para incluir la productividad, la equidad social y los aspectos medioambientales; y valora la tierra, dentro del contexto ambiental, como un factor que provee bienes y servicios a la población.



3. Marco metodológico

La zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000 se basa en los principios del *Esquema de evaluación de tierras* de la FAO (1976); en las directrices de la *Evaluación de tierras para la agricultura en regadío* (FAO, 1990); y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el *Framework for Land Evaluation* (FAO, 2007). La evaluación de tierras consiste en determinar el grado de satisfacción de los requerimientos de cada tipo de uso o actividad proporcionado por el suelo. El proceso principal 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 (FAO, 1976).

A partir del enfoque de la FAO (1976), en la presente zonificación de aptitud se llevó a cabo una adaptación que involucró otras técnicas empleadas con frecuencia para determinar el emplazamiento óptimo para una actividad, como los métodos de evaluación multicriterio que permiten obtener mapas de aptitud. La evaluación multicriterio es un método para cubrir un objetivo específico cuando se necesita evaluar



varios criterios, los cuales se entienden como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. Existen dos tipos de criterios: *factores* y *restricciones*. Un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración; una restricción, un criterio que limita tales alternativas (Eastman et al., 1995).

El objetivo de la evaluación multicriterio consiste en proporcionar pautas para combinar la información de varios criterios y formar un único índice de evaluación. Para los criterios restrictivos, se utiliza la lógica booleana, es decir, existe la restricción o no, por lo que solo da lugar a una calificación. Para los factores, se suele utilizar *la suma lineal ponderada*, una de las técnicas más sencillas y aplicada con frecuencia, en la que los factores son combinados aplicando un peso a cada uno, seguido de una sumatoria de los resultados para obtener el mapa de aptitud (Eastman et al., 1995).

La metodología planteada en la zonificación apícola se fundamentó en el análisis de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico, que fueron evaluados por diversos criterios, conformados por variables que los caracterizan. Un *criterio* es el atributo complejo (*conjunto de variables*) de las cualidades de la tierra que actúan independientes sobre la aptitud para un uso específico (FAO, 1976). Una *variable* es un atributo de la tierra que puede medirse o estimarse, y que es utilizada como un medio para describir las cualidades de la tierra o el criterio. Para efectos de la zonificación en descripción, los criterios se agruparon en los siguientes cuatro tipos (ver figura 8):

Criterios de análisis jerárquico. Son factores para los cuales se definen los niveles de aptitud. Un *factor* es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción apícola.

Criterios de exclusión técnica. Se les asignan a las zonas en las que, por condiciones técnicas de naturaleza física o socioecosistémica, no es factible la producción apícola.



Criterios de restricción legal. Se les asignan a las zonas donde, con independencia de la categoría de aptitud por causas sociales, culturales, ambientales o de bioseguridad, no es posible desarrollar la actividad productiva.

Criterios de condicionantes legales. Se aplican a las zonas con condicionantes legales o técnicos que, con independencia de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo social, cultural, ambiental o de bioseguridad para desarrollar actividades agropecuarias con fines comerciales.

Figura 8. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia

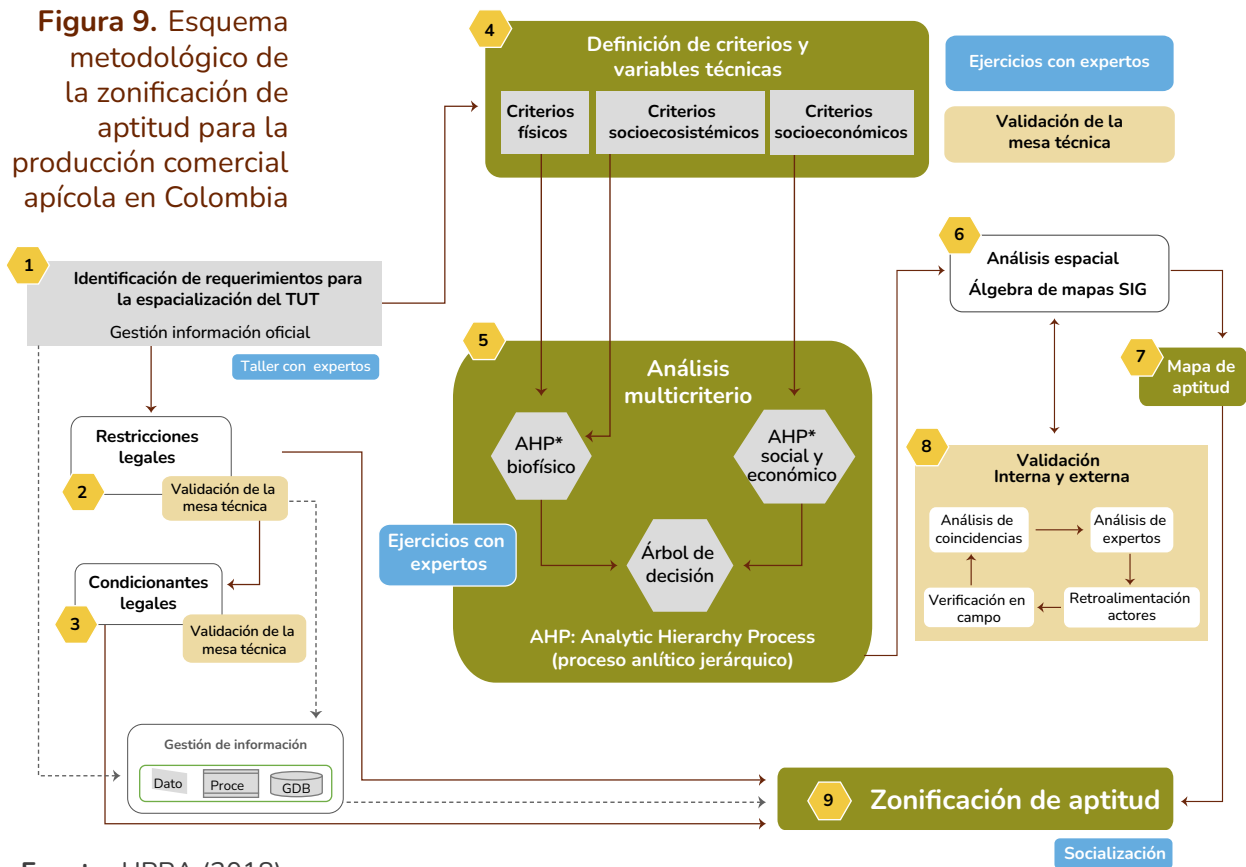


Fuente: UPRA (2014).

A continuación, en la figura 9, se expone cada uno de los pasos que conformaron el esquema metodológico de la zonificación de aptitud apícola en Colombia. Cabe resaltar que durante el proceso, se contó con el acompañamiento del sector apícola y de varios profesionales, quienes no sólo aportaron conocimientos y experticia en la definición de los criterios, las variables y los rangos, sino que también le otorgaron mayor importancia a éstos dentro de la zonificación.



Figura 9. Esquema metodológico de la zonificación de la aptitud para la producción comercial apícola en Colombia



Fuente: UPRA (2018).

Acto seguido, se definieron las etapas que conformaron la metodología de las zonificaciones de aptitud, las cuales se explican a continuación.

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 determinaron los criterios y las variables materia de la cartografía.

Identificación de las restricciones legales. Con base en la normativa vigente, asociada en especial al componente socioecosistémico, se establecieron las figuras que restringen la actividad productora.

Identificación de los condicionantes legales. De acuerdo con la normativa vigente, asociada en especial al componente socioecosistémico, se establecieron las figuras que condicionan la actividad productora.



Definición y selección de los criterios y las variables. Según el tipo de utilización de la tierra planteado, se seleccionaron los criterios y las variables para efectuar la zonificación, listado que fue concertado con los expertos. Cabe recordar que un criterio es el conjunto de requisitos y parámetros que definen las decisiones de aptitud del uso específico de un territorio rural.

Análisis multicriterio. Es el método empleado para evaluar la importancia de los criterios y ponderarlos en el modelo de zonificación de aptitud mediante matrices de proceso analítico jerárquico (método AHP). La primera matriz correspondió al componente biofísico, compuesto de criterios físicos y socioecosistémicos; la segunda, al componente socioeconómico. Una vez ponderados los criterios de cada matriz, se compararon a través de una matriz de paso, denominada *árbol de decisión*.

Análisis espacial. El análisis espacial formó parte de las fases, desde la consecución-organización de la información y la normalización-estandarización de los datos hasta la obtención de los mapas de variables y criterios. Además, se aplicó el proceso analítico jerárquico para generar los mapas intermedios y determinar la aptitud para la producción apícola en Colombia.

Mapa de aptitud. Resultado de la aplicación de la metodología propuesta se presentaron las zonas aptas y no aptas para la producción apícola y los resultados de índole nacional, departamental y municipal.

Validación de los resultados. Se expusieron los resultados sobre las zonas aptas y no aptas para la producción apícola en el orden nacional, departamental y municipal, luego de lo cual se validaron.

Resultados. Se obtuvo la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para la producción apícola con las respectivas estadísticas en el orden nacional, departamental y municipal.



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

El tipo de utilización de la tierra (TUT) es un conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción en un marco social, económico, ambiental y cultural. Entre ellas, se destacan el tipo de cultivo, los objetivos de producción, el tipo de manejo, la intensidad de mecanización y capital, la infraestructura requerida, el tamaño de la tierra y la tenencia de la tierra (FAO, 2003).

Otra definición del TUT se asocia a una descripción apropiada del uso de la tierra que incluye las características del sistema de producción y los contextos socioeconómico y ecológico, que le confieren rasgos diferenciadores para la producción apícola desde una visión de evaluación de tierras. En este sentido, los rasgos pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores calificables o cuantificables que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra. El tipo de utilización de la tierra evaluado en el presente documento corresponde a la *producción comercial apícola*.

3.2 Criterios de análisis jerárquico

El criterio es un atributo de las cualidades de la tierra que actúa de forma independiente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976). También se puede entender como el conjunto de propiedades de la unidad de tierra que responde integralmente a un requerimiento de un tipo de utilización.

Los criterios de análisis jerárquicos se entienden como factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para producción comercial apícola; las variables se consideran como atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y son utilizadas como un medio para describir las cualidades de la tierra o los criterios.

A continuación, se presentan los criterios y variables de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico que generaron la aptitud para

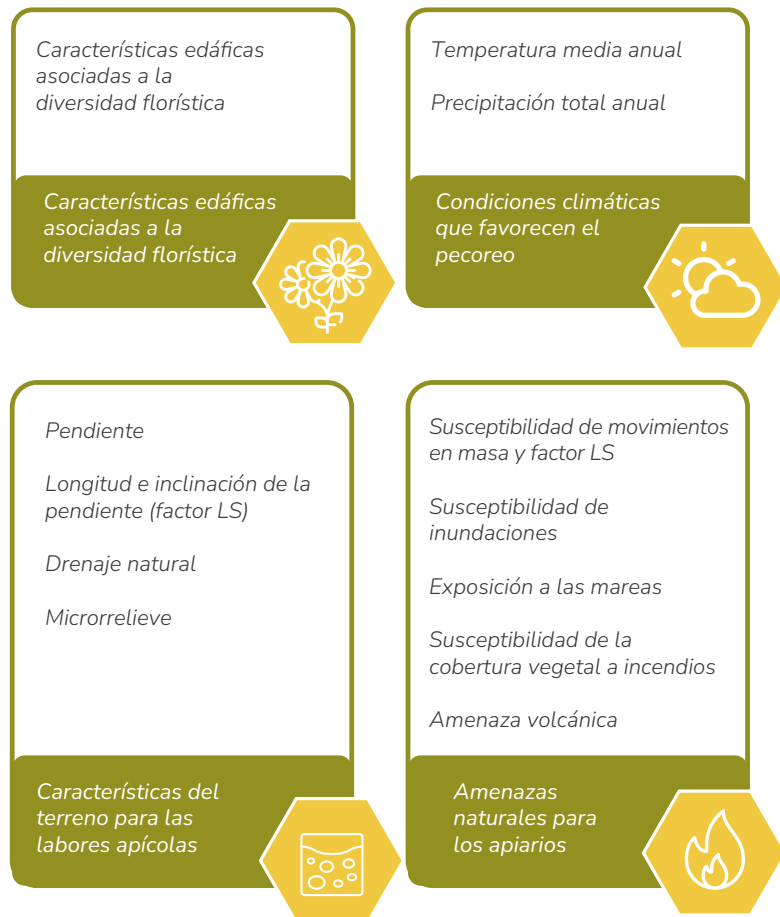


la producción apícola a escala 1:100.000 en Colombia. Esta información está contenida en mayor detalle en las fichas metodológicas de los criterios y las variables con respecto a la definición, la importancia, los rangos de evaluación, los limitantes, la metodología de procesamiento, la representación cartográfica y las fuentes de información, lo cual se encuentra en el anexo del presente documento.

3.2.1 Criterios físicos

El componente físico puede determinar, con el análisis de los elementos constitutivos en un espacio territorial, el nivel de aptitud de un territorio para soportar un tipo de producción definido. Según los requerimientos para la producción apícola, se han precisado algunas cualidades de la tierra desde este componente, los cuales, agrupados en los subcomponentes climático y edáfico, identifican criterios y variables para ser aplicados (ver figura 10).

Figura 10. Criterios y variables del componente físico



Fuente: Elaboración propia



En la tabla 8 se puede consultar la definición tanto del criterio como las variables del subcomponente climático.

Tabla 8. Definición de los criterios y las variables del subcomponente climático

Criterio	Variables
Condiciones climáticas que favorecen el pecoreo: propiedades del sistema climático (definidos como variables), que interactúan en las capas inferiores de la atmósfera y afectan la actividad de pecoreo realizado por las abejas (FAO, 1976; UPRA, 2013).	Temperatura media anual: medida del estado térmico del aire con respecto a la habilidad de transmitir calor alrededor. Depende de la latitud y de la altitud, y se suele tomar como un índice de balance calórico expresado en grados centígrados (Ideam, 2014).
	Precipitación total anual: fenómeno atmosférico que consiste en una precipitación acuosa en forma de gotas de un diámetro que oscila entre 0,5 y 7 milímetros, y que caen a una velocidad de 3 metros por segundo (Ideam, 2017).

Fuente: UPRA (2024).

En la tabla 9 se pueden consultar las definiciones tanto del criterio como de las variables del subcomponente edáfico.





Tabla 9. Definición de los criterios y las variables del subcomponente edáfico

Criterio	Variables
<p>Características edáficas asociadas a la diversidad florística: características del medio edáfico que inciden en la abundancia tanto de las flores como de las especies que florecen. La diversidad es una función del número de especies presentes, expresada en riqueza o abundancia, y la uniformidad (igualdad o equidad de especies) con la que los individuos se distribuyen entre estas especies (Hurlbert, 1971).</p>	
	<p>Pendiente: grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, usualmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America [SSSA], 2018).</p>
	<p>Longitud e inclinación de la pendiente (factor LS): distancia horizontal desde el punto más alto, donde se origina el flujo superficial, hasta el punto más bajo, donde comienza la acumulación de materiales que fluyen por escorrentía a un canal; se mide con la ecuación del método RUSLE (Renard et al., 1997).</p>
	<p>Drenaje natural: rapidez y grado de evacuación del agua del suelo tanto por la escorrentía como por el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (Klingebiel & Montgomery, 1961).</p>
<p>Características del terreno para las labores apícolas: características del suelo donde se desarrollan las actividades relacionadas con la apicultura para obtener productos como miel, propóleo, cera y polen.</p>	<p>Microrrelieve: modificaciones naturales en la superficie de los suelos inundables, en algunos casos, con presencia de arcillas expandibles, las cuales difieren de la morfología y adquieren formas altas y bajas, con diversos patrones como depresiones rectas (<i>zurales</i>), surcos concéntricos (<i>escarceos</i>), lomas y <i>basines</i> (<i>gilgais</i>). Los dos primeros se originan en suelos con texturas gruesas; los dos últimos, en texturas finas (Chesworth, 2008; Villota, 2005).</p>
<p>Amenazas naturales para los apiarios: conjunto de eventos naturales que ponen en peligro los apiarios.</p>	<p>Susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS: grado de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por movimientos en masa de origen natural, causados por manejo inadecuado o inducidos por la acción accidental humana, en función de la probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016; Klingebiel & Montgomery, 1961).</p>



Criterio	Variables
<p>Pueden ocasionar pérdidas parciales o totales de las colonias, las instalaciones, los equipos y los insumos (Baas et al., 2009; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2009).</p>	<p>Susceptibilidad de inundaciones: desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua. También se entiende como la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (Organización Meteorológica Mundial [OMM] y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2012).</p>
	<p>Exposición a las mareas: condición por la que un área costera se cubre temporalmente de agua, causada por la elevación y descenso periódicos del agua en los mares o en grandes lagos debidos a la atracción gravitatoria de la luna y el sol (OMM y Unesco, 2012).</p>
	<p>Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios: conjunto de características intrínsecas de la vegetación y los ecosistemas asociadas a la carga de combustibles, a la disposición y a la combustibilidad, que tienen cierto grado de probabilidad de incendiarse, así como de propagar y mantener el fuego. Se evalúa el identificar y valorar la condición pirogénica de la vegetación.</p>
	<p>Amenaza volcánica: peligro latente de que un evento de origen volcánico se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012; SGC, 2015).</p>

Fuente: UPRA (2024).

3.2.2 Criterios socioecosistémicos

Los criterios socioecosistémicos, que se definen según la visión sectorial agropecuaria, buscan establecer sistemas de producción con la capacidad de perdurar en el tiempo (sostenibilidad) al integrarse con el entorno territorial y contribuir a la conservación del capital natural que soporta la producción agropecuaria. De esta forma, los sistemas de producción y el territorio que se desarrollan bajo el enfoque socioecosistémico se



retroalimentan positivamente para conservar no sólo la producción, sino también los agroecosistemas y los ecosistemas vinculados.

A partir de los criterios socioecosistémicos, la aptitud representa el potencial del territorio para establecer y hacer permanecer una cadena de producción. En las áreas con mayor aptitud, la actividad productiva no solo genera un menor impacto en la prestación de bienes y servicios ecológicos que proveen los ecosistemas, sino que también los potencializa al mejorar la probabilidad de mantenerlos sin afectar el desempeño del sistema productivo.

Los criterios y las variables socioecosistémicos contribuyen a analizar el territorio que acoge el sistema productivo descrito en el TUT para propender hacia la sostenibilidad tanto de la actividad productiva como del territorio que lo recibe. Con este objetivo, se definieron diez variables agrupadas en cinco criterios de análisis jerárquico (ver figura 11).

Figura 11. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Fuente: UPRA (2024).

En la tabla 10 se pueden consultar las definiciones tanto de los criterios como de las variables que componen cada uno de los criterios del componente socioecosistémico.



Tabla 10. Definición de los criterios y las variables del componente socioecosistémico

Criterio	Variable
<p>Potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura: la flora y la vegetación corresponden a las especies vegetales y a los recursos que estas proporcionan, importantes para las abejas y la producción de miel, polen y otros productos apícolas (Velandia, 2012).</p> <p>La flora y la vegetación, fuente de alimento para las abejas, definen la orientación de la producción de los apiarios, a saber: miel, cera, polen, jalea real, propóleos, núcleos, paquetes y reinas. Además, establece los límites de la producción dada la oferta que se genera. (Tejeda-Rico et al., 2019).</p>	<p>Potencialidad de la flora apícola natural: define la flora silvestre asociada a la vegetación y a los ecosistemas naturales de Colombia. Diversos investigadores han identificado la flora como de alto potencial para el pecoreo de <i>Apis mellifera</i>.</p> <p>Potencialidad de la flora apícola cultivada: valora el potencial del atractivo que ejercen las plantas cultivadas en los grupos de cultivos en Colombia en cuanto a la capacidad de pecoreo de <i>Apis mellifera</i>.</p>
<p>Potencial de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales: la miel se define como un alimento dulce y viscoso producido, principalmente, por la especie <i>Apis mellifera</i> a partir del néctar floral de plantas y secreciones de plantas o insectos chupadores (Gamboa-Abril, et al., 2012). La composición de la miel varía según la flora colectada, la dinámica enzimática, el procesamiento de las abejas y las condiciones ambientales, de cosecha, envasado y almacenamiento (Crane, 1980). El criterio contempla áreas con producción de mieles de encenillo, mieles de mielato de roble, mieles de mielato de acacia, mieles de bosque seco tropical, mieles de manglares, mieles de zonas cafeteras y áreas de polen altoandino.</p>	
<p>Áreas de presión sobre la apicultura: define las zonas con circunstancias críticas que amenazan las poblaciones de abejas polinizadoras, como <i>Apis mellifera</i>, y, en consecuencia, la prestación del servicio ecosistémico de polinización a una región determinada.</p> <p>El criterio espacializa las áreas con mayor y menor favorabilidad para establecer actividades apícolas en relación con factores de estrés antrópicos por cambios de uso del suelo con abundantes agroquímicos en sistemas agrícolas en que predomina el monocultivo y la agricultura de alto impacto; la cercanía a áreas urbanas; y las áreas muy transformadas por la acción</p>	<p>Usos del suelo que afectan la apicultura: espacializa las áreas con alto uso de agroquímicos en sistemas agrícolas en que predomina el monocultivo y la agricultura de alto impacto; y con cercanía a áreas urbanas y muy transformadas por la acción humana que limitan los sitios de nidificación y de vegetación que provee alimento a las abejas. Para ello, analiza y reclasifica las categorías de cobertura de la tierra del mapa CORINE Land Cover para Colombia (Ideam, 2010).</p> <p>Condiciones geográficas que afectan la apicultura: evalúa circunstancias geográficas que pueden afectar las poblaciones de abejas polinizadoras al analizar la presencia de cuerpos de agua y las características de la pendiente. La variable espacializa las áreas con mayor y menor favorabilidad para establecer actividades apícolas según las condiciones geográficas.</p>



Criterio	Variable
<p>humana que limitan los sitios de nidificación y de vegetación que provee alimento a las abejas. También considera los factores de estrés asociados a condiciones geográficas que limitan la actividad del apiario.</p>	<p>Infraestructura que afecta la apicultura: espacializa los factores antrópicos de estrés, como la existencia de campos electromagnéticos derivados de redes de energía; la presencia de trapiches; la cercanía a las carreteras; y la cercanía a los asentamientos humanos. Permite identificar las áreas con mayor y menor favorabilidad para establecer actividades apícolas.</p>
<p>Integridad ecológica: capacidad del ecosistema de soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio (Ciontescu, 2012).</p>	<p>Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN): la heterogeneidad espacial del paisaje se analiza a partir de la conectividad y la fragmentación</p> <p>(MacArthur & Wilson, 1967; Tischendorf & Fahrig, 2000; Correa-Ayram, 2009). Requiere establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencias y contrastes) en el territorio que limiten o aumenten el 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. Así mismo, evalúa el grado de estabilidad geométrica y espacial que permite la permanencia de los parches y corredores contenidos en las matrices del paisaje.</p> <p>La variable analiza no sólo la distancia entre fragmentos naturales funcionales y las rutas con menor costo (resistencias y contrastes) para el desplazamiento de la biodiversidad por el paisaje, sino también el grado de estructuración y mantenimiento de los fragmentos naturales.</p> <p>Índice de naturalidad (INAT): se refiere a las coberturas naturales en las que se desarrollan procesos ecológicos esenciales para sustentar la vida y satisfacer la demanda natural.</p> <p>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 territorio (Vélez y Gómez, 2008).</p> <p>Cuanta más alta sea la naturalidad, tanta menor será la aptitud para la producción apícola, puesto que las labores productivas pueden interferir en el desarrollo de procesos naturales. Por su parte, en las áreas con menor y moderada naturalidad mayor será la aptitud para esta producción, pues no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente.</p>



Criterio	Variable
<p>Integridad ecológica: capacidad del ecosistema de soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio (Ciontescu, 2012).</p>	<p>Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): establece zonas donde se concentran especies sensibles mediante indicadores pertinentes, como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas de agroecosistemas. De igual forma, integra las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS).</p>
<p>Competencia con polinizadores naturales: define las zonas en donde se puede presentar competencia por recursos alimenticios entre la especie <i>Apis mellifera</i> y las especies de abejas nativas, debido a la alta distribución de las especies <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp. y abejas de la tribu <i>Meliponini</i>, consideradas como los polinizadores nativos más importantes y frecuentes en Colombia (Nates-Parra, 2016). La competencia también se puede deber a una alta probabilidad de uso común de recursos alimenticios provenientes de especies de plantas nativas y cultivadas.</p>	<p>Distribución geográfica de polinizadores naturales: valora la distribución potencial de las abejas sin aguijón, las abejas carpinteras y los abejorros según la probabilidad de encontrarse poblaciones con las cuales pueda existir competencia con la especie <i>Apis mellifera</i>.</p> <p>Plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con <i>Apis mellifera</i>: permite identificar la oferta floral, tanto nativa como cultivada, que se emplea como recurso alimenticio para varios tipos de abejas, incluida la especie <i>Apis mellifera</i>, por lo que podrían reconocerse como recursos sobre los cuales se genera una competencia.</p>

Fuente: UPRA (2024).

El componente socioecosistémico resalta con firmeza la importancia de incorporar las demandas de agua para determinados cultivos y los cambios en el uso del suelo en los procesos de planeación agropecuaria y de zonificación de aptitud. No obstante, estos factores pueden verse afectados a lo largo del tiempo.

3.2.3 Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad de producir bienes y servicios de mayor calidad pero menor precio frente a otros productores domésticos e internacionales. Se determina por la productividad con la que un país



utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales. En otras palabras: la productividad depende tanto del valor de los productos y servicios, medido por los precios que se pagan por estos en los mercados libres de un país, como de la eficiencia con que se producen (Porter, 1980). De esta manera, la competitividad constituye el factor primordial del modelo de crecimiento y desarrollo del sector agropecuario, puesto que no sólo se conforma como la condición de viabilidad de los productos en el mercado, sino que también genera oportunidades sostenibles para los habitantes del campo (DNP, 2010).

En los niveles de competitividad, tanto la sostenibilidad como el crecimiento dependen de los siguientes principios: el éxito del uso eficiente de los factores de producción; la consolidación de los altos niveles de innovación en los sistemas productivos; la diversificación y la ampliación de los diversos mercados; y la articulación no sólo de los mercados regionales, sino también de la población rural, cuyo fin consiste en desarrollar el potencial productivo y elevar la calidad de vida.

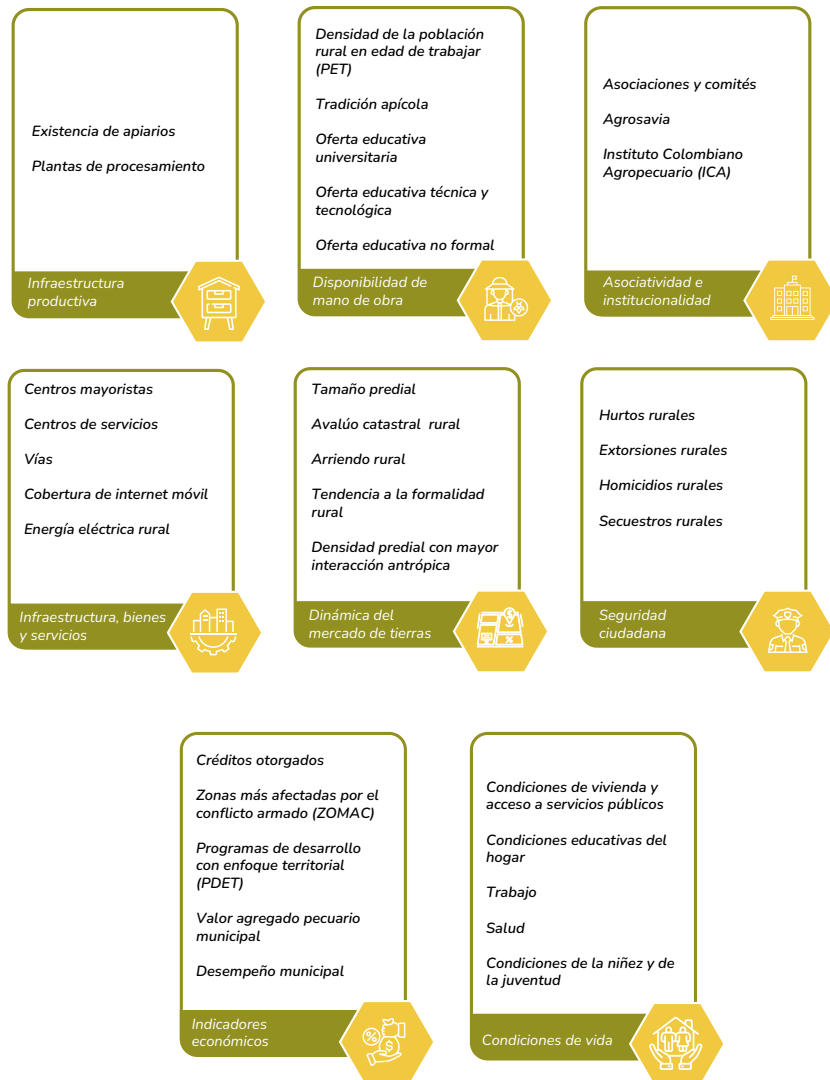
En relación con la zonificación de aptitud para la producción apícola, la competitividad se entiende como la capacidad de una región de generar las condiciones de producción que promuevan el desarrollo sostenido de la actividad. Con ello, es posible mejorar las condiciones de vida y el bienestar de los habitantes, en nuestro caso: de los apicultores. Con fundamento en la definición planteada, la competitividad de la producción apícola implica un proceso que considera los requerimientos multidimensionales para desarrollarse, los cuales se constituyen en criterios y variables estructurales que conducen a la competitividad, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades.

La apicultura es como actividad productiva que hace parte de la agricultura familiar, pues sus miembros se encargan de la mano de obra, es decir, realizan las labores tanto de mantenimiento de la colmena como de recolección de la miel, el polen y, en algunas regiones del país, el propóleo, productos complementarios a la alimentación de esas familias. Cuando se generan excedentes, se comercializan en mercados locales para obtener ingresos adicionales dedicados a mejorar la calidad de vida.



Es frecuente que la familia sea dueña de algunos o todos los medios de producción, entre ellos, la tierra. Cuando el predio tiene problemas de formalidad por falsas tradiciones, lo excluyen por un tiempo del mercado de tierras, lo que podría limitar el acceso a los créditos formales. En la figura 12 se pueden consultar los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 12. Criterios y variables del componente socioeconómico



Fuente: UPR (2014).



Tabla 11. Definición de los criterios y las variables del componente socioeconómico

Criterio	Variable
<p>Infraestructura productiva: conjunto de bienes y recursos, ubicados en una región, que se articulan para aumentar la productividad y la competitividad de los emprendimientos productivos a fin de mejorar las condiciones de los habitantes de la zona. La apicultura comercial se entiende como la facilidad para producir, transformar y comercializar productos apícolas.</p>	<p>Existencia de apiarios: corresponde a predios georreferenciados con apiarios y el respectivo colindante, el cual es un predio con propiedad privada, sin exclusiones para el mercado de tierras y cuyo destino económico está relacionado con la actividad pecuaria.</p> <p>Plantas de procesamiento: unidades físicas en las que se desarrollan procesos de envasado y fabricación de nuevos productos, como dulces, barras energéticas o salsas, a partir de materias primas apícolas con el fin de generar valor agregado a los productos derivados de la producción de miel natural.</p>
<p>Disponibilidad de mano de obra: identifica la disponibilidad de mano de obra en los municipios con base en la densidad poblacional en edad de trabajar (PET) y en los requerimientos de mano de obra para la producción apícola. Evalúa las posibilidades de capacitación y cualificación en el territorio de acuerdo con la oferta de programas de formación académica que satisfacen las necesidades de capacitación para los apicultores.</p>	<p>Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET): número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar por kilómetro cuadrado, en función de las necesidades de mano de obra para el manejo de apiarios para la producción de miel o de polen. Dada la disponibilidad de la información de población municipal por edad, se define el rango etario 15-62 como la población en edad de trabajar según las series de población proyectadas por el DANE para el año 2022.</p> <p>Tradición apícola: corresponde a los departamentos que reportaron la actividad y el manejo apícola a partir de 1976, año en que se realizó el primer diagnóstico apícola en Colombia y desde el cual se describe a <i>Apis mellifera</i> para aprovechar los productos derivados de las colmenas.</p> <p>Oferta educativa universitaria: nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria, como zootecnia o medicina veterinaria, que permiten formar a la población y mejorar la competitividad sectorial del territorio. Relaciona los programas que ofrecen cátedras relacionadas con la apicultura.</p> <p>Oferta educativa técnica y tecnológica: nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior técnico o tecnológico oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria y apícola, que permiten capacitar a la población y mejorar la competitividad sectorial del territorio.</p> <p>Oferta educativa no formal: nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación no formales ofrecidos por el SENA, pero oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción apícola, que permiten capacitar a la población y mejorar la competitividad sectorial del territorio.</p>



Criterio	Variable
<p>Asociatividad e institucionalidad: presencia institucional del Estado, de los gremios o de organizaciones de base de la cadena productiva de la apicultura, cuyo apoyo conduce a la competitividad de una región. Identifica condiciones internas y externas de la cadena en cuanto a la oferta institucional y al fortalecimiento de la actividad productiva.</p>	<p>Asociaciones y comités: organizaciones apícolas estructuradas en torno a un producto o sobre una base territorial. Los miembros son pequeños productores o familiares y entidades sin ánimo de lucro conformadas por una gestión democrática y permanente de socios con un fin común. Se incluyen municipios con comités apícolas conformados.</p> <p>Agrosavia: sedes de la entidad, cuya función consiste en desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.</p> <p>ICA: sedes de la entidad, cuya función consiste no solo en elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional, sino también potenciar la competitividad de las actividades agropecuarias</p>
<p>Infraestructura, bienes y servicios: bienes de uso colectivo que se requieren en la actividad productiva; y canales que intervienen en la consecución de insumos en el desarrollo y funcionamiento de los mercados nacionales e internacionales.</p>	<p>Centros mayoristas: unidades comerciales de distribución de insumos y productos alimenticios, que proporcionan a la población servicios de abastecimiento de productos básicos. Las instalaciones mayoristas permiten concentrar los productos provenientes de diversos centros de producción para surtir a los apicultores.</p> <p>Centros de servicios: áreas con oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la actividad apícola. Los centros de servicios está enmarcado en poblaciones con más de 30.000 habitantes.</p> <p>Vías: estructura diseñada para el tráfico de vehículos, personas y animales que establece la conexión entre poblados, comunidades urbanas y sitios de interés. Se clasifican en seis tipos y deben cumplir con características de estado de superficie, número de carriles y accesibilidad (IGAC, 2020).</p> <p>Cobertura de internet móvil: área geográfica en la que se dispone del servicio de internet para realizar llamadas de voz y utilizar datos móviles para navegar.</p> <p>Energía eléctrica rural: representa las condiciones en las que se presta el servicio público de energía eléctrica en un municipio. Este servicio abarca la generación, comercialización, interconexión, transmisión y transporte desde generadores regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida la conexión y la medición.</p>
<p>Dinámica del mercado de tierras: expone la situación de los municipios en cuanto a la dinámica de la tierra desde cuatro variables que permiten comprender la capacidad y los limitantes del acceso a la tierra para la producción apícola.</p>	<p>Tamaño predial: superficie de terreno en rangos de tamaños prediales definidos según el comportamiento medio de la actividad apícola y las dimensiones apropiadas para una productividad competitiva. No tiene cuenta el espacio requerido por las colmenas, sino el espacio seguro tanto para las abejas como para las personas y animales en el entorno. Para efectos de la zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural de cada municipio.</p>



Criterio	Variable
<p>Muestra el impacto del tamaño, el arriendo y el precio de los predios mediante el avalúo catastral como un <i>proxi</i> de la tendencia y la formalidad, con el fin de focalizar las posibles inversiones para acceder a la tierra en el desarrollo de la actividad. El mercado de tierras rurales se entiende cómo “el conjunto de transacciones o acuerdos libres de coerción, mediante las cuales se realiza el intercambio parcial o total sobre alguno o algunos de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios que no han sido objeto de exclusiones legales” (Resolución 0128 de 2017, MADR).</p>	<p>Avalúo catastral rural: determinación de una entidad pública competente del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados de forma independiente tanto para los terrenos como para las edificaciones (Resolución 070 de 2011, IGAC). Esta variable se utiliza como un <i>proxi</i> del precio comercial posible del intercambio de las tierras rurales por hectárea, en ausencia de la información sobre precios comerciales nacionales actualizados, recientes o tomados de fuente directa.</p> <p>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”. (Resolución 0128 de 2017, MADR).</p> <p>Arriendo rural: valor del pago en dinero o en especie, como miel, polen u otro producto, establecido de manera conjunta, por el propietario, quien concede el goce de un predio por un tiempo definido, y el arrendatario, quien paga por este goce un precio en un tiempo determinado.</p> <p>Tendencia a la formalidad rural: conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos y privados, que proporciona seguridad jurídica de acuerdo con el principio constitucional del derecho a la propiedad privada. Por el contrario, “la informalidad puede ser legal o ilegal, o estar en una frontera ambigua entre ambas. La inestabilidad e irregularidad de los ingresos en el sector informal de trabajo, activa una lógica particular de los circuitos monetarios y formas de intercambio en los mercados informales, basada precisamente en la confianza” (UPRA, 2015).</p> <p>Densidad predial con mayor interacción antrópica: distancia predial que busca mantener un área de seguridad entre la explotación apícola y las actividades antrópicas cercanas. Permite obtener un acercamiento para orientar el acceso a predios cuyas actividades no involucren la presencia de personas cercanas a los apiarios. Con una distancia de seguridad, se les otorga tranquilidad a los vecinos de las colmenas y al productor al no generar inconvenientes de convivencia con la comunidad.</p>
<p>Seguridad ciudadana: ausencia no sólo del peligro, o de las afectaciones a la integridad física, sino también del 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 del delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos [CIDH], 2009).</p>	<p>Hurtos rurales: de acuerdo con el Código Penal colombiano, consiste en apoderarse de un bien ajeno con el propósito de obtener provecho para sí o para otro. Se estima que existe hurto calificado en la medida en que se realice con violencia sobre las cosas; dejando la víctima en condiciones de indefensión o inferioridad; o aprovechándose de estas condiciones.</p>



Criterio	Variable
<p>Seguridad ciudadana: ausencia no sólo del peligro, o de las afectaciones a la integridad física, sino también del 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 del delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos [CIDH], 2009).</p>	<p>Es hurto rural si se comete a través de la penetración o permanencia arbitraria, engañosa o clandestina en un lugar habitado o en las dependencias inmediatas, aunque no se encuentren los moradores; o con escalamiento, con llave sustraída o falsa, gonzúa o cualquier otro instrumento similar; o al violar o superar la seguridad electrónica o semejantes (Ley 599 del 2000).</p> <p>Extorsiones rurales: consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de la violencia o la intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio patrimonial. La persona que realiza estas actividades delictivas está definida en el Código Penal como quien “constrñe 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” (Ley 906 del 2004).</p> <p>Homicidios rurales: se refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término homicidio puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se define 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)” (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [INMLCF], 2014).</p> <p>Secuestros rurales: consiste en detener ilegalmente a una o más personas contra su voluntad empleando la fuerza, las amenazas, el engaño o 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 del 2000).</p>
<p>Indicadores económicos: identifica los municipios que solicitan apoyos a la inversión y que muestran generar mayor valor agregado en las actividades apícolas. Destaca los municipios con algunos incentivos a la inversión, como reducción tributaria y planes de desarrollo territorial, y con aparente mejor desempeño en la gestión de recursos según la medición de desempeño municipal (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).</p>	<p>Créditos otorgados: clasificación de los municipios según la cuantía de créditos otorgados para las actividades agropecuarias. Están dirigidos a personas naturales o jurídicas para construir o mejorar los procesos de producción o de comercialización, colocados en condiciones preferenciales de Finagro, a través de la banca comercial y con presencia en los territorios. Se emplean para apalancar el capital de trabajo y los proyectos de inversión. Las líneas especiales Finagro se subsidian en tasa de interés y son respaldadas por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Para esta medición, se tuvo en cuenta el valor a precios del año 2022 (2018-2022) a nivel municipal para la producción y la comercialización del sector apícola.</p> <p>Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC): estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado constituidas por 344 municipios que son considerados como los más afectados por la violencia. Los incentivos se otorgan a los empresarios mediante una tarifa especial y progresiva del impuesto de renta para 10 años a partir del año 2017.</p>



Criterio	Variable
<p>Indicadores económicos: identifica los municipios que solicitan apoyos a la inversión y que muestran generar mayor valor agregado en las actividades apícolas. Destaca los municipios con algunos incentivos a la inversión, como reducción tributaria y planes de desarrollo territorial, y con aparente mejor desempeño en la gestión de recursos según la medición de desempeño municipal (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).</p>	<p>Programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET): instrumento de planificación y gestión durante una década, a partir del año 2017, para llevar con prioridad y mayor celeridad a los territorios más afectados por el conflicto armado, con mayores índices de pobreza, economías ilícitas y debilidad institucional. Los territorios están conformados por 170 municipios, 16 subregiones y 11.000 veredas, con 32.808 iniciativas formuladas por las comunidades para transformar los PDET.</p> <p>Valor agregado pecuario municipal: aproximación al valor generado por actividades pecuarias en un municipio medido e integrado en función de la importancia relativa (participación porcentual) dentro del valor agregado agropecuario (agrícola + pecuario + pesquero + silvicultura) del municipio. Luego, se identifican los municipios con mayor capacidad de generación del valor agregado pecuario en miles de millones de pesos en valor agregado según los seis grupos homogéneos de municipios que establece el Departamento Nacional de Planeación (DNP) para la medición del desempeño municipal del año 2021. Los grupos son los siguientes: ciudades (13 ciudades principales); grupo 1 (nivel alto de capacidades); grupo 2 (medio alto); grupo 3 (nivel medio); grupo 4 (medio bajo); y grupo 5 (nivel bajo).</p> <p>Desempeño municipal: adopta la medición y la comparación del Departamento Nacional de Planeación en la publicación de la medición de desempeño municipal (MDM) para el año 2021. El objetivo consiste en comparar el desempeño municipal de las entidades territoriales, es decir, la capacidad de gestión en acciones/decisiones y los resultados de desarrollo en cuanto al aumento de la calidad de vida de la población. Tiene en cuenta las capacidades iniciales de esta población para incentivar una mejor gestión, la calidad del gasto y la inversión orientada a resultados (DNP, 2017).</p>
<p>Condiciones de vida: indicadores estadísticos usados para estudiar cómo viven las personas en un marco de tiempo y en una sociedad determinada al considerar, como principales características vitales, la salud, la educación y el empleo. Miden el grado de privación en las dimensiones que abarca la pobreza multidimensional mediante datos censales con indicadores municipales que permiten determinar la naturaleza de la privación. Además, permiten observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria (DNP, 2010).</p>	<p>Condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos: refleja las condiciones habitacionales de los pobladores de las zonas rurales, para lo cual se entrecruza la información según los siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación de acceso a fuente de agua mejorada:</i> en el caso de los hogares rurales, una persona se considera privada si obtiene el agua de un pozo sin bomba, agua lluvia, río, manantial, carrotanque, aguatero, agua embotellada o agua en bolsa.</p> <p><i>Privación por inadecuada eliminación de excretas:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar rural que no cuenta con inodoro sin conexión, letrina o bajamar; o no tienen servicio sanitario.</p>



Criterio	Variable
<p>Condiciones de vida: indicadores estadísticos usados para estudiar cómo viven las personas en un marco de tiempo y en una sociedad determinada al considerar, como principales características vitales, la salud, la educación y el empleo. Miden el grado de privación en las dimensiones que abarca la pobreza multidimensional mediante datos censales con indicadores municipales que permiten determinar la naturaleza de la privación. Además, permiten observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria (DNP, 2010).</p>	<p><i>Privación por inadecuado material de pisos:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar cuya vivienda cuenta con pisos de tierra, arena o barro.</p> <p><i>Privación por inadecuado material de paredes exteriores:</i> un hogar rural se considera en privación si su vivienda tiene paredes de guadua u otro vegetal, zinc, tela, cartón, deshechos; o no tiene paredes.</p>
	<p>Condiciones educativas del hogar: porcentaje de hogares de los centros poblados y rurales dispersos con privaciones combinadas en siguientes indicadores:</p> <p><i>Bajo logro educativo:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar donde la educación promedio de las personas mayores de 15 años es menor a 9 años de educación.</p> <p><i>Privación por analfabetismo:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar en el que hay, al menos, una persona de 15 años o más que no sabe leer ni escribir.</p>
	<p>Trabajo: corresponde al porcentaje de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación por tasa de dependencia económica:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar con dependencia de más de tres personas por miembro ocupado.</p> <p><i>Privación por trabajo informal:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un ocupado sin afiliación a pensiones.</p>
	<p>Salud: refleja las limitaciones de las condiciones de salud en las zonas rurales manifestadas de acuerdo con los siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación por barreras de acceso a la salud dada una necesidad:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona que en los últimos 30 días tuvo una enfermedad, un accidente o algún otro problema de salud que no haya implicado hospitalización y que para tratar el problema no acudió a un médico general, especialista, odontólogo, terapeuta; o a una institución de salud.</p> <p><i>Privación por falta de aseguramiento en salud:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona mayor de 5 años que no se encuentra asegurada en salud; es decir, si presenta alguna de las siguientes opciones en estado de afiliación: desafiliado (DE), retirado (RE) e interrumpido por migración (RX).</p>



Criterio	Variable
<p>Condiciones de vida: indicadores estadísticos usados para estudiar cómo viven las personas en un marco de tiempo y en una sociedad determinada al considerar, como principales características vitales, la salud, la educación y el empleo. Miden el grado de privación en las dimensiones que abarca la pobreza multidimensional mediante datos censales con indicadores municipales que permiten determinar la naturaleza de la privación. Además, permiten observar patrones de privaciones distintos a los medidos por la pobreza monetaria (DNP, 2010).</p>	<p>Condiciones de la niñez y de la juventud: porcentaje de hogares de las zonas rurales con privaciones combinadas en las siguientes variables:</p> <p><i>Privación por inasistencia escolar:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 6 y 16 años que no asiste a una institución educativa.</p> <p><i>Privación por rezago escolar:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 7 y 17 años con rezago escolar con un número de años aprobados inferior a la norma nacional.</p> <p><i>Privación de acceso a los servicios para el cuidado de la primera infancia:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 0 y 5 años sin acceso a todos los servicios de cuidado integral, es decir, de salud y cuidado.</p> <p><i>Privación por trabajo infantil:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 12 y 17 años trabajando.</p>

Fuente: UPRA (2024).





3.3 Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

Conforme a la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola, se tomaron como referencia las categorías que la UPRA ha empleado en las zonificaciones realizadas hasta el año 2022, categorías que corresponden a las categorías a *aptitud alta* (A1), *aptitud media* (A2), *aptitud baja* (A3) y *no apto* (N1). Asimismo, se consideraron las categorías de restricciones legales y condicionantes legales (ver tabla 12).

Tabla 12. Categorías para la zonificación de aptitud

Categoría		Definición
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
A2	Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
N1	No apto	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad productiva.
Restricciones legales		
N2	Restricción legal	Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la actividad productiva.
Condicionantes legales		
C1	Condicionante legal	Zonas que, con independencia de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario legal, social, cultural o ambiental para desarrollar la actividad productiva.

Fuente: UPRA (2014).

3.3.1 Criterios y variables del componente físico

A continuación, en la tabla 13, se exponen los rangos de aptitud por subcomponente climático y edáfico que se obtuvieron a través de la consulta a las fuentes primarias de información, a los expertos, a los profesionales del sector y al el equipo técnico de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).



Tabla 13. Rangos de aptitud del componente físico para la producción apícola

Subcomponente	Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Edáfico	Características edáficas asociadas a la diversidad florística	—	Clases taxonómicas de suelos	Resto de taxonomías	Orden <i>spodosoles</i> ; suborden <i>udox</i> ; suborden <i>udults</i> ; suborden <i>aquents</i> ; suborden <i>aquepts</i> ; subgrupo <i>oxic dystrudepts</i>	Orden <i>psamments</i> ; orden <i>aridisoles</i> ; suborden <i>ustox</i> ; suborden <i>ustults</i> ; gran grupo <i>petraquepts</i> ; subgrupo <i>oxic dystrustepts</i>	Histosoles
Climático	Condiciones climáticas que favorecen el pecoreo	Temperatura media anual	°C	>12	8-12	5-8	<5
		Precipitación total anual	mm/año	500-1.800	1.800-3.000	<500; >3.000	—
Edáfico	Características del terreno para las labores apícolas	Pendiente	Porcentaje	<25	25-75	>75	—
		Longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)	Factor	<5	5-10	>10	—
		Drenaje natural	Clase de drenaje	Bien drenado; moderado; moderadamente excesivo	Imperfecto; excesivo	Pobre	Muy pobre
	Microrrelieve	Clase de microrrelieve	Sin microrrelieve	Escarceos; <i>gilgai</i>	Zurales	—	
	Amenazas naturales para los apiarios	Susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS	Grado de susceptibilidad	No se presenta susceptibilidad de movimientos en masa para establecer apiarios	Condiciones que presentan moderada susceptibilidad de movimientos en masa para establecer apiarios	Condiciones que presentan alta susceptibilidad de movimientos en masa para establecer apiarios	—



Subcomponente	Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Edáfico	Amenazas naturales para los apiarios	Susceptibilidad de inundaciones	Clases por duración	—	Cortas	Largas	Muy largas
		Exposición a las mareas	Áreas expuestas al ascenso del nivel del mar	Áreas sin influencia del ascenso del nivel del mar	—	Áreas de ascenso del nivel del mar	—
		Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios	Ocurrencia	Zonas con baja susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios	Zonas con moderada susceptibilidad de la cobertura a incendios	Zonas con alta susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios	—
		Amenaza volcánica	Grado de amenaza	No hay amenaza	Amenaza baja	Amenaza moderada	Amenaza alta

Fuente: UPRA (2024).

3.3.2 Criterios y variables del componente socioecosistémico

En cuanto al componente socioecosistémico, se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), que se refieren a una categoría relacionada con las coberturas naturales y a los territorios artificializados, definidos como no agropecuarios. Por las propiedades naturales o por valores reconocidos de identidad sociocultural, estas áreas deben ser protegidas y se les deben mantener la cobertura actual, porque allí no puede desarrollarse la producción apícola. De acuerdo con esto, las coberturas se calificaron con *exclusión técnica* en las variables que componen el criterio *potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura*, variables que se asocian a la potencialidad de flora apícola natural y a la potencialidad de la flora apícola cultivada (ver tabla 14).



Tabla 14. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para la producción apícola

criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura	Potencialidad de flora apícola natural	Número de especies reportadas con potencial apícola	Alto número de especies de flora natural reportadas con potencial apícola (>20)	Moderado número de especies de flora natural reportadas con potencial apícola (10-20)	Bajo número de especies de flora natural reportadas con potencial apícola (<10)	Coberturas naturales y territorios artificializados definidos como no agropecuarios
	Potencialidad de flora apícola cultivada	Categoría del potencial atractivo de especies de flora cultivada reportadas con potencial apícola	Alto número de especies de flora cultivada reportadas con alto potencial atractivo para el suministro de néctar o polen	Moderado número de especies de flora cultivada reportadas con moderado potencial atractivo para el suministro de néctar o polen	Bajo número de especies de flora cultivada reportadas con bajo potencial atractivo para el suministro de néctar o polen.	Coberturas naturales y territorios artificializados definidos como no agropecuarios
Potencialidad de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales		Ecosistemas estratégicos que favorecen la producción de mieles y polen diferenciales	Polígonos de mielato de roble, mielato de acacia, mieles de encenillo, café, bosque seco y manglar; polígonos de ecosistemas asociados al polen diferencial	—	—	—
Áreas de presión sobre la apicultura	Usos del suelo que afectan la apicultura	Categoría de aptitud de cada unidad de cobertura	Cultivos agroforestales; pastos enmalezados; plantaciones; coberturas naturales y seminaturales	Mosaicos; cultivos permanentes herbáceos, arbustivos y arbóreos; pastos limpios y arbolados	Territorios artificializados; mosaicos de cultivos; cultivos transitorios; áreas húmedas; superficies de agua	—



Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Áreas de presión sobre la apicultura	Condiciones geográficas que afectan la apicultura	Píxeles de 30 metros con calificación de aspecto y polígonos de cuerpos de agua	Aspecto de 240° y 360° sin presencia de cuerpos de agua	Aspecto de 120° y 240° con presencia de cuerpos de agua	Aspecto de 0° y 120°	—
	Infraestructura que afecta la apicultura	Zonas de influencia de vías, trapiches, centros poblados, subestaciones y líneas de tensión	Corresponde a las zonas en las que no se presentan condiciones de estrés antrópico para Apis mellifera en relación con cercanía a los centros poblados; cercanía a los trapiches; la afectación vial; y la interconexión eléctrica	Corresponde a las zonas en las cuales se puede presentar condiciones moderadas de estrés antrópico para Apis mellifera por cercanía a los centros poblados; cercanía a los trapiches; la afectación vial y la interconexión eléctrica	Corresponde a las zonas en las cuales se presentan altas condiciones de estrés antrópico para Apis mellifera por cercanía a los centros poblados; cercanía a los trapiches; la afectación vial; y la interconexión eléctrica	—
Integridad ecológica	Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)	Categoría cualitativa de fragmentación y conectividad estructural	Conectividad baja: >17.000.000 Mayor número de parches; mayor tamaño medio de los parches; mayor dimensión fractal media del parche (>1,45); parches cortos con menor complejidad de forma	Conectividad media: 50-17.000.000 Moderado número de parches; moderado tamaño medio de los parches; moderada dimensión fractal media del parche (1,41-1,45); parches medios con moderada complejidad de forma	Conectividad alta: <50 Parches asociados a coberturas naturales; menor tamaño medio de los parches; menor dimensión fractal media del parche (<1,41); parches largos con mayor complejidad de forma	—



Criterio	VARIABLES	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Integridad ecológica	Índice de naturalidad (INAT)	Proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	Naturalidad muy baja-vital: 0-5 Naturalidad baja-estratégica: 5-30 Naturalidad moderada: 30-50	Naturalidad media-alta: 50-75	Naturalidad muy alta-protección: 75-100	—
	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICA y APC; riqueza potencial de especies migratorias	>2,4	1,50-2,44	<1,50	—
Competencia con polinizadores naturales	Distribución geográfica de polinizadores naturales	Promedio de probabilidad de presencia y distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp. y abejas de la tribu Meliponini	Promedio de distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp. y abejas de la tribu Meliponini (<1,33)	Promedio de distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp. y abejas de la tribu Meliponini (1,33-2,0)	Promedio de distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp. y abejas de la tribu Meliponini (>2,0)	—
	Plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con <i>Apis mellifera</i>	Polígonos de ecosistemas	Zonas en las cuales se puede presentar baja competencia por recursos alimenticios provenientes de la flora natural y de la cultivada	Zonas en las cuales se puede presentar condiciones moderadas de competencia por recursos alimenticios provenientes de la flora natural y de la cultivada.	Zonas en las cuales se puede presentar alta competencia por recursos alimenticios provenientes de la flora natural y de la cultivada	—

Fuente: UPRA (2024).



3.3.3 Criterios y variables del componente socioeconómico

En cuanto al componente socioeconómico, los municipios se clasificaron solamente en las categorías de aptitud *alta* (A1), *media* (A2) y *baja* (A3). Ningún municipio se clasificó como *no apto* (N1), dado que la mayoría de las variables analizadas fueron índices sintéticos, cuya variación respondió a factores exógenos. En la tabla 15 se pueden observar los rangos de aptitud para la calificación de variables del componente socioeconómico.

Tabla 15. Rangos de aptitud del componente socioeconómico para la producción apícola

Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura productiva	Existencia de apiarios	Predio	Con apiarios	Colindante del predio con apiarios	El resto
	Plantas de procesamiento	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
Disponibilidad de mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)	Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km ²	>97	7,8-9,7	<7,8
	Tradición apícola	Predio con colmenas	>10.000	3.000-10.000	<3.000
	Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
	Oferta educativa técnica y tecnológica	Programas activos	—	—	Todo el país
	Oferta educativa no formal	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
Asociatividad e institucionalidad	Asociaciones y comités	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
	Agrosavia	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
	ICA	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2



Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura, bienes y servicios	Centros mayoristas	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
	Centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas	<1	1-2	>2
	Vías	Buffer	Vías tipo 1 al 4 con <i>buffer</i> de 500 metros a las vías	Vías tipo 1 al 5 con <i>buffer</i> de 1.000 metros a las vías	Resto
	Cobertura de internet móvil	Tecnología y número de antenas/10 km ²	HSPA y LTE: >2	Tecnología 3G: <2	Sin cobertura
	Energía eléctrica rural	Nivel de favorabilidad de los municipios (unidad)	>7	5-7	<5
Dinámica del mercado de tierras	Tamaño predial rural	Hectáreas	>16,6	13,9-16,6	<13,9
	Avalúo catastral rural	Millones de COP/ha	<6	6-24	>24 y predios en propiedad horizontal (PH) y condominio con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos
	Arriendo rural	Miles de COP/ha/año	<700	700-2.000	>2.000
	Tendencia a la formalidad rural	Predio	Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	—	Predios sin información catastral; predios con mejoras; predios sin interrelación catastro-registro; predios con falsa tradición; predios con presunción de baldíos; predios con presunción de informalidad; predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente; y predios inscritos en el RUPTA



Criterios	Variables	Unidad de medida		Aptitud		
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Dinámica del mercado de tierras	Densidad predial con mayor interacción antrópica	Predios (ha)		Resto	Predios colindantes en un <i>buffer</i> de entre 200 y 400 metros de las actividades antrópicas	Predios con actividades antrópicas y los respectivos colindantes en un <i>buffer</i> de 200 metros
Seguridad ciudadana	Hurtos rurales	Tasa de hurtos rurales por cada 1.000 habitantes		Sin ocurrencia del delito	≤6,1507	>6,1507
	Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1.000 habitantes		Sin ocurrencia del delito	≤0,2205	>0,2205
	Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1.000 habitantes		Sin ocurrencia del delito	≤0,7429	>0,7429
	Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1.000 habitantes		Sin ocurrencia del delito	≤0,0582	>0,0582
Indicadores económicos	Créditos otorgados	Millones de COP		>59,23	≤59,23	Sin créditos otorgados
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	Municipios		Declarados ZOMAC	Resto	—
	Programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET)	Municipios		Declarados PDET	Resto	—
	Valor agregado pecuario municipal	Participación (%)		>49,25	19,59-49,25	<19,59
	Desempeño municipal	Indicador MDM (puntaje)		≥55	45-55	<45
Condiciones de vida	Condiciones de 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



Criterios	Variables	Unidad de medida		Aptitud		
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Condiciones de vida	Condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos	<i>Inadecuado material de pisos</i>	Porcentaje de hogares con privaciones	13,7	14,7	58,3
		<i>Sin acceso a fuente de agua mejorada</i>		22,7	67,4	51,2
	Condiciones educativas del hogar	<i>Analfabetismo</i>	Porcentaje de hogares con privación	12,2	18,5	33,8
		<i>Bajo logro educativo</i>		59,9	81,6	82,9
	Trabajo	<i>Trabajo informal</i>	Porcentaje de hogares con privación	85,3	92,6	94,7
		<i>Tasa de dependencia</i>		30,3	45,3	69,1
	Salud	<i>Barreras de acceso a la salud dada una necesidad</i>	Porcentaje de hogares con privación	3,3	13,5	6,6
		<i>Sin aseguramiento en salud</i>		12,7	13,4	33,0
	Condiciones de la niñez y de la juventud	<i>Barreras de acceso a los servicios para el cuidado de la primera infancia</i>	Porcentaje de hogares con privación	1,7	3,3	13,0
		<i>Trabajo infantil</i>		1,7	3,2	3,5
		<i>Inasistencia escolar</i>		4,2	8,0	16,4
		<i>Rezago escolar</i>		15,7	26,3	42,5

Fuente: UPRA (2024).

3.4 Restricciones legales y condicionantes legales

En esta fase de la metodología, se identificó la normativa que regula, de forma restrictiva o condicionante, la puesta en marcha de actividades productivas agrícolas en una zona determinada. La norma establece lineamientos que corresponden a las directrices que orientan o restringen un uso determinado del territorio rural, lo que implica restricciones legales o condicionantes para el uso. Las *restricciones legales* se refieren a las áreas sobre las cuales se prohíbe realizar proyectos productivos agropecuarios; mientras que los *condicionantes legales* se refieren a los impedimentos relacionados con la normativa que limita el uso del suelo por interés ambiental, cultural y social.



En ellos se 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 una reducción de la aptitud del territorio para que se implementada. Por este motivo, se necesitan detalles adicionales que deben ser estudiados con las autoridades ambientales competentes o con las comunidades que se establecen en estos territorios. Es decir: las áreas bajo condicionantes legales podrán ser reclasificadas en la zonificación según el nivel de conocimiento sobre el futuro o las solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas, como territorios indígenas y afrocolombianos, o de la aclaración de determinantes legales que se incluyan en la evaluación.

Desde la perspectiva socioecosistémica y socioeconómica, se consideran las áreas definidas por la importancia biológica; el compromiso internacional adquirido y ratificado por Colombia para la protección y conservación de la biodiversidad; y la preexistencia de comunidades que representan un patrimonio étnico de interés nacional, cuyos principios de vida, cultura y relación con el entorno natural se deban respetar para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial debe proceder mediante mecanismos de consulta, u otros que determine la legislación ambiental colombiana.

En la tabla 16 se pueden consultar las restricciones legales para llevar a cabo actividades productivas asociadas a la apicultura en Colombia.





Tabla 16. Restricciones legales

Variables	Áreas de restricción
<p>Ecosistemas estratégicos (páramos)</p>	<p>Páramos: los ecosistemas estratégicos desempeñan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos. De ellos se obtienen bienes y servicios ecológicos importantes, como la regulación del clima y de la humedad; la provisión de agua para abastecer a la población; la generación de energía o riego; el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas; o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).</p> <p>La presente zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo que estas áreas deberán ser restringidas. Las consideraciones legales para la restricción se fundamentan en los siguientes instrumentos normativos: El Consejo de Estado indicó, 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 que pueden perjudicarlos. Al respecto, el ente judicial señala lo siguiente: “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 norma explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas están obligados a llevar a cabo 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 las actividades pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y la conservación ambiental.</p> <p>En los ecosistemas de páramos no se podrán realizar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para ello, se considera, como referencia mínima, la cartografía contenida en el <i>Atlas de páramos de Colombia</i> 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).</p> <p>Por su parte, la Sentencia C-035 de 2016 de la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, la fragilidad y la dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado está obligado a brindar una protección más amplia y especial para preservar este tipo de ecosistema. Los páramos no sólo son un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino que también brinda importantes servicios ambientales; además, en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.</p> <p>De acuerdo con la Resolución 0886 de 2018 (MADS), se ha avanzado en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando antes del 16 de junio de 2011 con la creación de programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y la puesta en marcha 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.</p>



Variables	Áreas de restricción
<p>Áreas protegidas</p>	<p>Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: como parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), están integradas por los tipos de áreas incluidos el Decreto 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental que reglamenta el SINAP. El SINAP incluye las figuras de los parques nacionales naturales; el área natural única; las reservas naturales de los santuarios de fauna; santuarios de fauna y flora; y la vía parque. De conformidad con el 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.</p>
	<p>Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, los parques naturales se consideran un espacio geográfico cuyos paisajes y ecosistemas estratégicos mantienen la estructura, la composición y la función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan, cuyos valores naturales y culturales se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a la preservación, la restauración, el conocimiento y el disfrute.</p>
	<p>Reservas forestales protectoras: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, las reservas forestales se entienden como espacios geográficos cuyos ecosistemas de bosque mantienen la función, aunque la estructura y la composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se hayan puesto al alcance de la población humana para destinarlos a la preservación, el uso sostenible, la restauración, el conocimiento y el disfrute. Estas zonas, de propiedad pública o privada, se reservan para establecer, mantener y utilizar sosteniblemente los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</p>
	<p>Distritos de manejo integrado (DMI): en correspondencia con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, los DMI son espacios geográficos cuyos paisajes y ecosistemas mantienen la composición y la función, aunque la estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales se hayan puesto al alcance de la población humana para destinarlos al uso sostenible, la preservación, la restauración, el conocimiento y el disfrute.</p> <p>De esta categoría hacen parte las zonas identificadas como las áreas para la preservación, la restauración, la restauración para la preservación, el uso sostenible y las subzonas para la recreación y alta densidad de uso, descritas en los planes de manejo de las corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (CAR). Se consideraron los siguientes distritos regionales de manejo integrado (DRMI) y los distritos de manejo integrado (DMI):</p> <p>Distritos regionales de manejo integrado (DRMI):</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bosque seco tropical Pozo Azul; y Mejué, de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corpornor). • Los bosques secos del Chicamocha; y tanto el lago Sochagota como la cuenca que lo alimenta, de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá).



Variables	Áreas de restricción
<i>Áreas protegidas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • El cerro Guadalupe, de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). • La cuchilla Mesa Alta; la cuchilla San Cayetano; las cuchillas Negra y Guanaque; el páramo de Rabanal; y el páramo Bijagual-Mamapacha, de la Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor). • El complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio; el cerro El Tabor; y los humedales de Gualí, Tres Esquinas y lagunas del Funzhé, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). • Los cerros de San Nicolás; la cuchilla Los Cedros; El Capiro; el embalse El Peñol-Guatapé y la cuenca alta del río Guatapé; La Selva; San Miguel; el sistema Viaho-Guayabal; Bosques, Mármoles y Pantágoras; el páramo de Vida Maitamá-Sonsón; y Las Camelias, de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare). • El humedal San Silvestre; el páramo Guantiva-La Rusia; el río Minero; y la serranía de los Yariguíes, de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). • El cerro Bandera-Ojo Blanco; la serranía de las Minas; La Tatacoa; y Peñas Blancas, de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). • El banco Totumo-Bijibana; y Palmar del Tití, de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA). • Chinchorro, de la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio). • El Chilcal; Guacas; Isla Ají; la laguna de Sonso; Pance; los páramos Las Domínguez, Pan de Azúcar y Valle Bonito; RUT-Nativos; serranía de los Paraguas; y La Plata, de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). • La ensenada de Rionegro; y el alto de Insor, de la Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá (Corpourabá). • El complejo de humedales de Ayapel, de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). • Carimagua, de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena).



Variables	Áreas de restricción
Áreas protegidas	<p>Distritos de manejo integrado (DMI):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cuchilla de Bellavista; y la laguna de San Diego, de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). • EL cerro Juaica; la cuchilla El Chuscal; la quebrada Los Tiestos-La Chorrera y Hoya Fría; la cuchilla de San Antonio y la laguna del Coco; y el sector salto del Tequendama-cerro Manjuí, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). • Bañaderos; y Pastos Marinos Sawäirü, de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira). • El área de manglar de la bahía de Cispatá y el sector aledaño del delta estuarino del río Sinú, de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). • Planes de San Rafael; Agua Linda; Arrayanal; La Cristalina-La Mesa; la cuchilla del San Juan; y Guásimo, de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder). • Luriza, de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA). • El páramo de Berlín, de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). <p>También se encuentran las zonas para la preservación y recuperación de los distritos de manejo integrado del área de manejo especial La Macarena (Decreto 1989 de 1989), identificados como Macarena Norte, Macarena Sur, Ariari-Guayabero-sector río Losada-Caño Perdido.</p> <p>Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 los define como espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos mantienen la función, aunque la estructura y la composición hayan sido modificadas. Los DCS aportan a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales se ponen al alcance de la población humana para la restauración, el uso sostenible, la preservación, el conocimiento y el disfrute. Las restricciones se deben a la orientación de manejo para recuperar los suelos alterados o degradados, prevenir de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas vulnerables por las condiciones físicas o climáticas; o estimar la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.</p> <p>De esta categoría hacen parte las zonas identificadas como áreas para la preservación, la restauración, el uso sostenible y las subzonas para la recreación y alta densidad de uso descritas en los planes de manejo de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) para los siguientes distritos de conservación de suelos:</p>



Variables	Áreas de restricción
<p>Áreas protegidas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El cañón de Río Grande, de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). • Barbas-Bremen; el alto del Nudo; La Marcada; y Campoalegre de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder). • La reserva hídrica del sistema de humedales Kirpas-Pinilla-La Cuerrera, de la Corporación para el desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena). • La ciénaga de Bañó; la ciénaga de Betancí; la ciénaga los Negros; y el complejo de humedales Arcial-El Porro-Cintura; y la sierra Chiquita, de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). • Umpalá-cañón río Chicamocha, de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB).
<p>Planes de ordenación forestal</p>	<p>Según el Decreto 1076 de 2016, el plan de ordenación forestal (POF) es un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) con base en las características bióticas, abióticas, sociales y económicas de la zona, lo que permite ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio. Los POF se proponen lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurar la sostenibilidad en el aprovechamiento. De este modo, los POF se consideran un instrumento de planificación para el ordenamiento, manejo integral y uso sostenible del recurso forestal de las tierras forestales. Se estructura en el conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral no sólo de los componentes biofísicos principales, en especial, el ecológico, el silvicultural, el edáfico y el hidroclimatológico; sino también de los componentes socioeconómicos y legales.</p> <p>Actualmente, el Decreto 1076 de 2016 recopila lo establecido en el Decreto 1791 de 1996, el cual dictamina que las Corporaciones Autónomas Regionales deben tener un plan de ordenación forestal que defina las áreas boscosas pertenecientes a la jurisdicción y el respectivo manejo. Así pues, los criterios técnicos y legales sobre el uso y manejo para las áreas de ordenación forestal fueron definidos 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 las cuencas del río Planas y del río Tillavá en Puerto Gaitán, Meta; la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá); la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio); la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA); la Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre); la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB); la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS); y Corporación autónoma regional de Santander (CAS).</p>



Variables	Áreas de restricción
<p>Planes de ordenación forestal</p>	<p>Las restricciones se relacionan con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras; las áreas para la preservación; las áreas forestales de protección para la preservación y la restauración; las áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, los suelos y el recurso hídrico; y las macrounidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, la restauración ecológica de rondas y la conservación.</p>
<p>Parques arqueológicos</p>	<p>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 (Instituto Colombiano de Antropología e Historia [Icanh], 2019).</p> <p>Plan de manejo arqueológico: es un concepto técnico emitido por la autoridad competente respecto a los contextos arqueológicos, los bienes muebles e inmuebles integrantes del patrimonio o las zonas de influencia arqueológica. El plan de manejo establece oficiosamente o a solicitud de sus tenedores los niveles permitidos de intervención, las condiciones de manejo y los planes de divulgación (Decreto 833 de 2002).</p>
<p>Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipo A</p>	<p>Las zonas de reserva forestal nacional (ZRFN) fueron creadas para desarrollar la economía forestal y proteger 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 realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) en las zonas de reserva forestal nacional definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C. 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 adoptó la zonificación y el ordenamiento de las reservas forestales nacionales mediante las siguientes resoluciones:</p> <p>a. Resolución 1922 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal central, establecida en la Ley 2 de 1959 (MADS, 2013a).</p> <p>b. Resolución 1923 de 2013, que adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal de la serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959 (MADS, 2013b).</p>



Variables	Áreas de restricción
<p>Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipo A</p>	<p>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 (MADS, 2013c).</p> <p>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, en los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila (MADS, 2013d).</p> <p>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 (MADS, 2013e).</p> <p>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 (MADS, 2014b).</p> <p>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 (MADS, 2014c).</p> <p>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 (MADS, 2014d).</p>

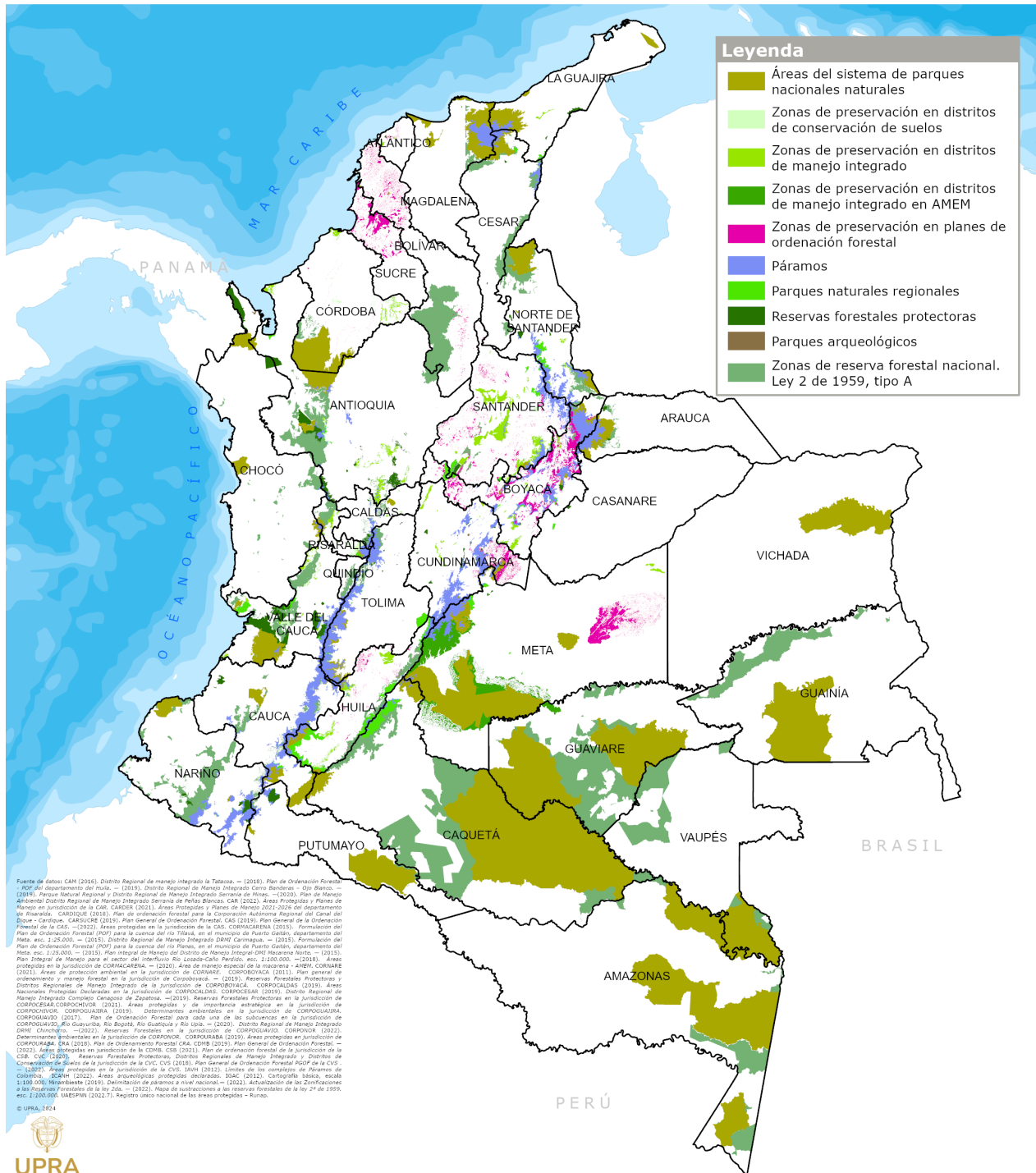
Fuente: UPRA (2024).



En la siguiente figura 13 se expone el mapa de las restricciones legales de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola el Colombia de acuerdo con la frontera agrícola establecida para el año 2024.



Figura 13. Mapa de restricciones legales



RESTRICCIONES LEGALES

Fuente: UPRA (2024).



La siguiente tabla 17 presenta los criterios y las variables de los condicionantes legales para la producción apícola en Colombia y las respectivas definiciones.

Tabla 17. Condicionantes legales

Condicionante	Descripción
<i>Áreas protegidas</i>	<p>Distritos de manejo integrado (DMI): según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, los DMI son espacios geográficos cuyos paisajes y ecosistemas mantienen la composición y la función, aunque la estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales asociados se haya puesto al alcance de la población para el uso sostenible, la preservación, la restauración, el conocimiento y el disfrute.</p> <p>Se incluyen las áreas descritas en los planes de manejo diferentes a las áreas para la preservación, la restauración, la restauración para la preservación, el uso sostenible y las subzonas para la recreación y alta densidad de uso contenidas en los siguientes distritos regionales de manejo integrado (DRMI) y los distritos de manejo integrado (DMI):</p>



Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	<p>Distritos regionales de manejo integrado (DRMI):</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bosque seco tropical Pozo Azul; y Mejué, de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (Corponor). • Los bosques secos del Chicamocha; y tanto el lago Sochagota como la cuenca que lo alimenta, de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá). • El cerro Guadalupe, de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). • La cuchilla Mesa Alta; la cuchilla San Cayetano; las cuchillas Negra y Guanaque; el páramo de Rabanal; y el páramo Bijagual-Mamapacha, de la Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor). • El complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacio; el cerro El Tabor; y los humedales de Gualí, Tres Esquinas y lagunas del Funzhé, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). • Los cerros de San Nicolás; la cuchilla Los Cedros; El Capiro; el embalse El Peñol-Guatapé y la cuenca alta del río Guatapé; La Selva; San Miguel; el sistema Viaho-Guayabal; Bosques, Mármoles y Pantágoras; el páramo de Vida Maitamá-Sonsón; y Las Camelias, de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare (Cornare). • El humedal San Silvestre; el páramo Guantiva-La Rusia; el río Minero; y la serranía de los Yariguíes, de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). • El cerro Bandera-Ojo Blanco; la serranía de las Minas; La Tatacoa; y Peñas Blancas, de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). • El banco Totumo-Bijibana; y Palmar del Tití, de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA). • Chinchorro, de la Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio). • El Chilcal; Guacas; Isla Ají; la laguna de Sonso; Pance; los páramos Las Domínguez, Pan de Azúcar y Valle Bonito; RUT-Nativos; serranía de los Paraguas; y La Plata, de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). • La ensenada de Rionegro; y el alto de Insor, de la Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá (Corpourabá). • El complejo de humedales de Ayapel, de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). • Carimagua, de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena). <p>Distritos de manejo integrado (DMI):</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cuchilla de Bellavista; y la laguna de San Diego, de la Corporación Autónoma Regional de Caldas (Corpocaldas). • EL cerro Juaica; la cuchilla El Chuscal; la quebrada Los Tiestos-La Chorrera y Hoya Fría; la cuchilla de San Antonio y la laguna del Coco; y el sector salto del Tequendama-cerro Manjuí, de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). • Bañaderos; y Pastos Marinos Sawäirü, de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira (Corpoguajira). • El área de manglar de la bahía de Cispatá y el sector aledaño del delta estuario del río Sinú, de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS).



Condicionante	Descripción
<p><i>Áreas protegidas</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planes de San Rafael; Agua Linda; Arrayanal; La Cristalina-La Mesa; la cuchilla del San Juan; y Guásimo, de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder). • Luriza, de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA). • El páramo de Berlín, de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). <p>También se encuentran las zonas para la preservación y recuperación de los distritos de manejo integrado del área de manejo especial La Macarena (Decreto 1989 de 1989), identificados como Macarena Norte, Macarena Sur, Ariari-Guayabero-sector río Losada-Caño Perdido. Por último, dentro de estas áreas también se definen las zonas de bosques habilitados por zonificación ambiental.</p> <p>Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015, los define como espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos mantienen la función, aunque la estructura y la composición hayan sido modificadas. Los DCS generan bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales se ponen al alcance de la población la restauración, el uso sostenible, la preservación, el conocimiento y el disfrute. Las restricciones se deben a la orientación de manejo para recuperar los suelos alterados o degradados; prevenir fenómenos que causen alteración o degradación en las áreas vulnerables por las condiciones físicas o climáticas; o por el uso que de ellos se hace.</p> <p>Se incluyen las áreas descritas en los planes de manejo diferentes a las zonas identificadas como áreas para la preservación, la restauración, el uso sostenible y las subzonas para la recreación y alta densidad de uso descritas en los planes de manejo de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR) para los siguientes distritos de conservación de suelos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cañón de Río Grande, de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). • Barbas-Bremen; el alto del Nudo; La Marcada; y Campoalegre de la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (Carder). • La reserva hídrica del sistema de humedales Kirpas-Pinilla-La Cuerrera, de la Corporación para el desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena). • La ciénaga de Bañó; la ciénaga de Betancí; la ciénaga los Negros; y el complejo de humedales Arcial-El Porro-Cintura; y la sierra Chiquita, de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). • Umpalá-cañón río Chicamocha, de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). <p>En estas áreas también se definen las zonas de bosques habilitados por zonificación ambiental.</p>



Condicionante	Descripción
<p><i>Áreas protegidas</i></p>	<p>Reservas forestales protectoras: conforme al Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, las reservas forestales protectoras se consideran espacios geográficos cuyos ecosistemas de bosque mantienen la función, aunque la estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales se hayan puesto al alcance de la población para la preservación, el uso sostenible, la restauración, el conocimiento y el disfrute. Esta zona, de propiedad pública o privada, se reserva para establecer, mantener o usar sosteniblemente los bosques y demás coberturas vegetales naturales. Se incluyen como áreas condicionadas las categorías de zonificación correspondientes al uso sostenible, al aprovechamiento sostenible, al desarrollo sostenible y a la restauración para el uso sostenible.</p>
	<p>Áreas de recreación: según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, las áreas de recreación son espacios geográficos cuyos paisajes y ecosistemas estratégicos mantienen la función, aunque la estructura y la composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación; y cuyos valores naturales y culturales se hayan puesto al alcance de la población para la restauración, el uso sostenible, el conocimiento y el disfrute. Por ello, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.</p>
	<p>Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): abarcan la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural; que sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales; y que, por la voluntad del propietario, se destine al uso sostenible, la preservación o la restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de la zona.</p>
	<p>Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: mediante las resoluciones 1987 y 1310 del 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Social, se determinó una medida de precaución que protege temporalmente los sitios con procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta estrategia 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 identificar vacíos de conservación y definición de prioridades.</p>
<p><i>Planes de ordenación forestal</i></p>	<p>Planes de ordenación forestal: según el Decreto 1076 de 2015, el plan de ordenación forestal (POF) se define como un documento de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) estructurado con base en 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 buscan lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurar la sostenibilidad en el aprovechamiento. Los POF son un instrumento de planificación para el ordenamiento, el uso integral y el manejo sostenible de los recursos forestal y de las tierras forestales, a partir del conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral de sus componentes biofísicos principales. Con esto, se hace énfasis en los aspectos ecológico y silvicultural, en los suelos, en la hidroclimatología y en los componentes socioeconómicos y legales para la conservación, la protección, el manejo integral y el uso sustentable del recurso forestal, de las tierras forestales y de la biodiversidad y servicios ecosistémicos de los departamentos.</p>



Condicionante	Descripción
<p><i>Planes de ordenación forestal</i></p>	<p>El Decreto 1076 de 2015, recopila lo establecido en el Decreto 1791 de 1996, el cual resuelve que las Corporaciones Autónomas Regionales deben contar con un plan de ordenación forestal que defina las áreas boscosas pertenecientes a la jurisdicción y el respectivo manejo. De acuerdo con los criterios técnicos y legales, surgen condicionantes legales para el manejo de las áreas de ordenación forestal, las cuales fueron definidas por las siguientes corporaciones: 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 cuencas del río Planas y del río Tillavá en Puerto Gaitán, Meta; Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá); Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio); Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA); Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre); Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB); Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB); Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS); y la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).</p> <p>Estas áreas condicionadas se relacionan con las áreas forestales protectoras; las áreas protectoras para la regulación; las áreas de restauración del bosque seco tropical (Bs-T); 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; las áreas forestales de producción directa; las áreas forestales de protección para el uso sostenible. De igual forma, se incluyen las zonas para la restauración; las plantaciones de carácter protector; el aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables; las macrounidades de manejo forestal para la producción de maderas finas, ordinarias y productos forestales no maderables; los servicios ambientales de conectividad biológica; la restauración ecológica y las zonas de bosques habilitados por zonificación ambiental.</p> <p>Adicionalmente, se definen zonas de aprovechamiento forestal sostenible, para lo cual se consideran los planes de ordenación forestal de las siguientes Corporaciones Autónomas Regionales (CAR): Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre), Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio), Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS). Los planes incluyen las siguientes categorías de zonificación: área forestal productora de uso múltiple con potencial forestal; forestal productor directo; forestal productor indirecto; forestal productor para el uso directo; forestal productor para el uso indirecto; forestal protector para el uso sostenible; área forestal productora; restauración; aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables; producción de maderas finas, ordinarias y productos forestales no maderables; áreas de restauración para la producción; y áreas forestales productoras condicionadas.</p>



Condicionante	Descripción
<p><i>Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)</i></p>	<p>Rondas hídricas: el Decreto 1449 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales deben mantener las áreas forestales protectoras como cobertura boscosa dentro del inmueble respectivo. Las rondas hídricas se definen como “una faja no inferior a 30 m 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”. Este tipo de ecosistema, de acuerdo con la Ley 388 de 1997, es un determinante ambiental que debe considerarse bajo la norma por los municipios y los distritos (Consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007, MADS).</p>
	<p>El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, dictaminado por el Decreto 2811 de 1974, formula una regulación de propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. La norma establece que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de los ríos y los 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 en el código de recursos naturales renovables los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental al ser áreas de especial importancia ecosistémica.</p>
	<p>Manglares: son ecosistemas de zonas costeras en los que cohabitan especies arbóreas de diversas familias, denominadas mangles, con otras plantas; con animales que viven allí permanentemente o durante algunas fases de su vida; y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995, MMA). Para que los manglares sean conservados, el Ministerio del Medio Ambiente de la época desarrolló el <i>Programa nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar</i> en el año 2002. En estos ecosistemas, se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice en el 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, MMA).</p>
	<p>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 muchos factores que alteran las características físicas, biológicas y químicas, lo cual afecta la flora y la fauna allí presente. El Decreto 1640 de 2012 considera los ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, puesto 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.</p>
<p>Bosques secos: hacen parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas, las sequías son pronunciadas, dada la baja humedad atmosférica, y la evapotranspiración potencial es alta, lo cual se asocia con la escasez de nutrientes en el suelo.</p>	



Condicionante	Descripción
<p><i>Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)</i></p>	<p>Los bosques secos están sufriendo una rápida pérdida, además de fragmentación y degradación de sus ecosistemas, por lo que el Ministerio del Medio Ambiente de la época desarrolló el Plan de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía (PAN-LCD) en el año 2005. Con ello, se efectuar acciones para manejar sosteniblemente los ecosistemas de las zonas secas y aplicar medidas no sólo que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos, sino también contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.</p>
<p><i>Distinciones internacionales</i></p>	<p>Distinciones internacionales: agrupa los lugares que, por factores ecológicos, motivan el reconocimiento internacional y nacional mediante la adscripción a tratados. El soporte legal de los bosques secos 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 la implementación. Por este motivo, se necesitan detalles adicionales que deben ser estudiados con las autoridades ambientales competentes. Las áreas se definen por su importancia biológica de acuerdo con el compromiso internacional adquirido y ratificado por Colombia para la protección y conservación de la biodiversidad. En el ejercicio de la presente zonificación de aptitud, se consideraron las siguientes distinciones internacionales:</p> <p><i>Humedales Ramsar:</i> en este convenio, que se refiere a la protección de humedales, se define una <i>zona húmeda</i> o <i>humedal</i> como “cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Unesco, 1994). Al respecto, la Ley 1450 de 2011 indica que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y de explotación tanto de hidrocarburos como de minerales con base en estudios técnicos, económicos y socio-ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente o entidades afines. La norma destaca que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional del Convenio Ramsar no se podrán realizar esas actividades, aunque las limitaciones de las áreas deben obedecer al respectivo plan de manejo en el que se definen las zonas de conservación, preservación y uso.</p> <p><i>Reservas de la biósfera:</i> son áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Como ecosistemas terrestres o marítimos, se caracterizan porque no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables sin poner en peligro el valor ecológico del sitio. Tan pronto se ha efectuado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, pero bajo soberanía de los Estados que deben asegurar el cumplimiento y el mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación. En Colombia, las distinciones internacionales abarcan las siguientes áreas: el cinturón Andino; El Tuparro, la Sierra Nevada de Santa Marta; la ciénaga grande de Santa Marta; el Seaflower; y la serranía de Chiribiquete y la Lindosa.</p> <p><i>Áreas de importancia para la conservación de las aves silvestres y la biodiversidad (AICAS):</i> son áreas identificadas como críticas para la conservación de aves y la biodiversidad potencialmente vulnerable. La identificación de estas áreas es una iniciativa global liderada por el BirdLife Internacional, una federación</p>



Condicionante	Descripción
Distinciones internacionales	<p>que agrupa instituciones ornitológicas del mundo entero. Los criterios técnicos para la identificación de las AICAS se basan en la presencia de aves prioritarias para la conservación, por lo que se tienen en cuenta las especies globalmente amenazadas (criterio A1); las especies de distribución restringida (criterio A2); el conjunto de especies restringidas a los biomas (criterio A3); y las congregaciones de especies (criterio A4).</p>
Áreas de interés cultural y social	<p>Áreas de interés cultural y social: comprende las zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo tanto de la diversidad étnica como de la identidad cultural de las comunidades que las habitan; o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Dadas las disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles. Para la zonificación en descripción, se consideraron las siguientes áreas de interés cultural y social:</p> <p><i>Tierras de las comunidades negras:</i> son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con Ley 70 de 1993, si se espera asumir la propiedad colectiva como un bien adjudicable, las comunidades negras deberán establecer un consejo comunitario a la manera de una administración propia y los requerimientos se formularán según la normativa del Gobierno.</p> <p><i>Áreas de reserva Ley 70 de 1993:</i> 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 de la norma consiste no sólo en proteger la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, sino también fomentar el desarrollo económico y social para garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de equidad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana (Ley 70 de 1993).</p> <p><i>Zonas de reserva campesina:</i> son tierras baldías de la nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos con el fin de fomentar la pequeña propiedad rural. Se deben sujetar tanto a las políticas de conservación del área, medio ambiente y recursos naturales renovables, como 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 considerará las reglas y criterios sobre el ordenamiento ambiental territorial; la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos; la participación de estos en las instancias de planificación; las decisiones regionales; y las características de las modalidades de producción.</p> <p><i>Áreas de resguardos indígenas:</i> los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica conformada por una o más comunidades indígenas. Con un título de propiedad colectiva, estas zonas gozan de las garantías de la propiedad privada y se rigen, para su manejo y vida interna, por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo (Decreto 2164 de 1995). Conforme a la Constitución Política, estas áreas presentan un carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables, cuyo condicionante se fundamenta en lo establecido por la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 (2014).</p>



Condicionante	Descripción
<p>Áreas de interés cultural y social</p>	<p><i>Áreas arqueológicas protegidas (APP):</i> conforman un polígono o zona delimitada que, por sus evidencias arqueológicas, requiere de una especial protección y conservación para posibilitar la investigación, la divulgación y el turismo responsable (Icanh, 2019). Estas áreas siguen un plan de manejo arqueológico definido por el Icanh, según el cual se permite realizar labores de agricultura tradicional, pero restringe el desarrollo de la agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.</p> <p><i>Áreas de reserva especial minera (ARE):</i> son áreas declaradas por la Agencia Nacional de Minería (ANM) en favor de una comunidad minera con explotaciones tradicionales de minería informal. La concesión solamente se otorgará a la comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, modificada por el Decreto 19 de 2012). Se incluyen las zonas mineras especiales de comunidades negras y zonas mineras indígenas.</p> <p><i>Sustracciones de las reservas forestales, Ley 2 de 1959:</i> De acuerdo con la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la época para reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y luego se otorga, exclusivamente, para la actividad cuya sustracción fue solicitada. Para la presente zonificación, las sustracciones se establecieron como condicionantes, dado que se realizan para una actividad determinada por la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.</p>
<p>Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C</p>	<p>Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C: las zonas de reserva forestal nacional fueron creadas para desarrollar 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 (ZRFN): 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.</p>
<p>Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C</p>	<p><i>Zona tipo B:</i> zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal con un enfoque de ordenación forestal y gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Resolución 1922 de 2013, MADS, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central).</p> <p><i>Zona tipo C:</i> zonas que, por sus características biofísicas, ofrecen condiciones para desarrollar 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, MADS, que corresponde a la adopción de la zonificación de la zona de reserva forestal central).</p> <p>Se incluyen los derechos de uso otorgados por la Agencia Nacional de Tierras (ANT).</p>



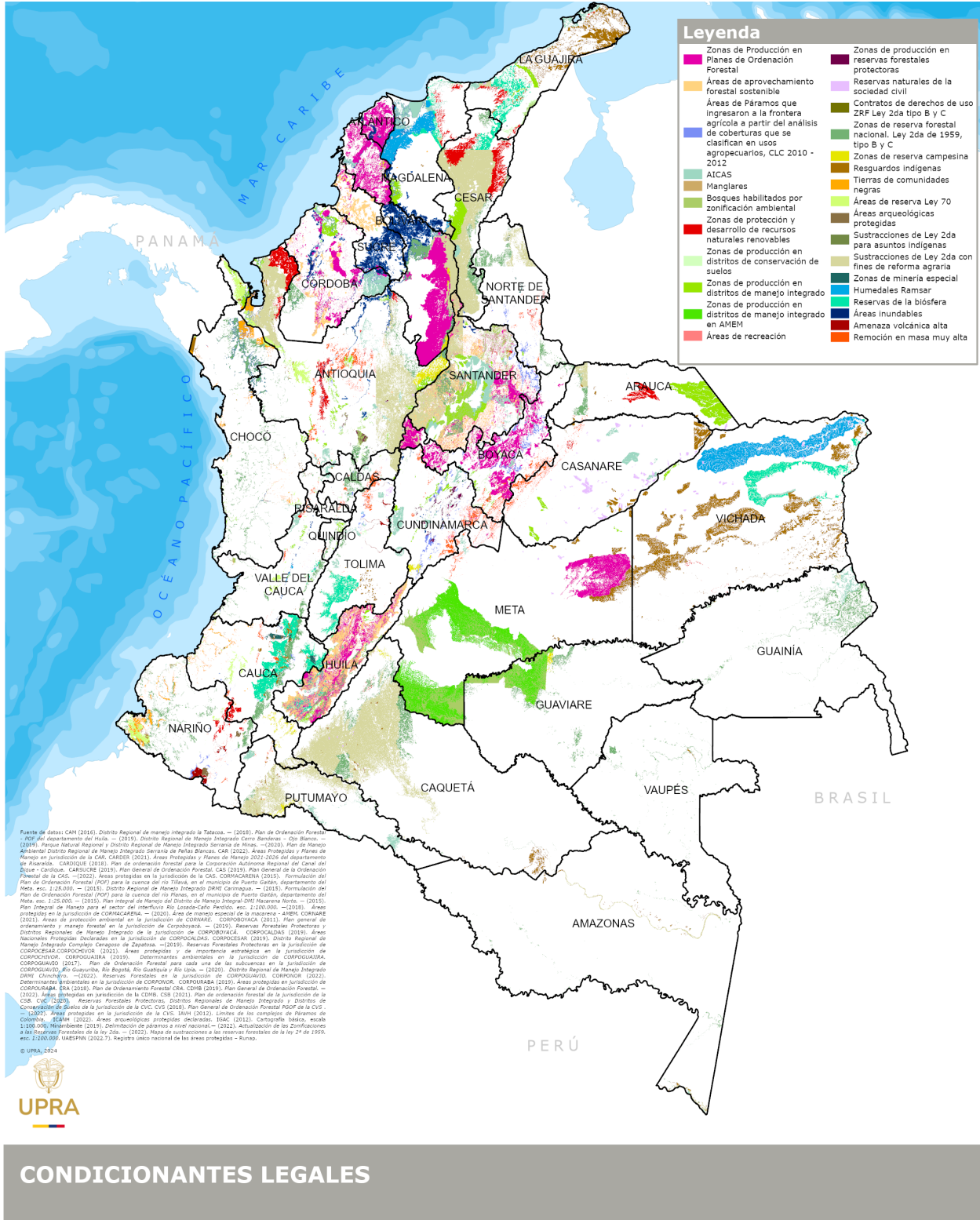
Condicionante	Descripción
<p>Áreas en páramos que por cobertura se clasifican en usos agropecuarios</p>	<p>Áreas en páramos que por cobertura se clasifican en usos agropecuarios: agrupan áreas en páramos delimitados donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles, en las que, según la Ley 1930 de 2018, se podrá permitir las actividades agropecuarias de bajo impacto siempre y cuando se haga uso de buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos. De acuerdo con la Resolución 1294 de 2021, las actividades agropecuarias de bajo impacto son “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”.</p>
<p>Gestión de riesgo</p>	<p>Gestión de riesgo: conforme a la Ley 1523 de 2012, en el que se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, la gestión del riesgo se define como el “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, entendiéndose: 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”. Entre las variables de gestión de riesgo se incorporan las siguientes:</p> <p><i>Amenaza por remoción en masa muy alta:</i> inminencia de movimientos que abarcan el desplazamiento ladera debajo del material litológico, el suelo, la roca o la cobertura vegetal por acción de la fuerza de la gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o las características del material. Esta amenaza, considerada un peligro latente, se relaciona con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, los bienes o el medio ambiente.</p> <p><i>Amenaza volcánica alta:</i> comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no considera la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán e incide en el arrasamiento o destrucción de la vegetación, los cultivos y las estructuras existentes en el área.</p> <p><i>Áreas inundables:</i> zonas con desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río, cualquier cuerpo de agua o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM y Unesco, 2012). La inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que se suelen encontrar secos debido a los aportes inusuales o repentinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.</p>

Fuente: UPRA (2024).

En la siguiente figura 13 se expone el mapa de los condicionantes legales de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola el Colombia de acuerdo con la frontera agrícola establecida para el año 2024.



Figura 14. Mapa de condicionantes legales



Fuente: UPRA (2024).



3.5 Análisis multicriterio

Método diseñado para alcanzar, de manera estructurada, un objetivo específico mediante la valoración de varios criterios. Un *criterio* es la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. En términos de la zonificación, el análisis multicriterio se emplea en la definición de opciones estratégicas de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico para identificar los sitios donde es más adecuado establecer y desarrollar la producción apícola.

Los criterios pueden ser de dos tipos: *factores*, en los que se 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 esas alternativas (Eastman et al., 1995).

3.5.1 Proceso analítico jerárquico

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más empleadas es el proceso analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), desarrollado por el matemático Thomas Saaty. Consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos con la construcción de un modelo jerárquico. El propósito de este método consiste en permitir que los agentes decisores —expertos consultados— puedan estructurar un problema multicriterio de forma visual al crear un modelo jerárquico (Saaty, 1980).

El AHP se basa en la estructuración jerárquica y la comparación de pares de alternativas. Permite, a través de una matriz de doble entrada o de comparación pareada, generar la calificación del grado de incidencia que un factor tiene sobre los otros, comparándolos por pares. De la misma manera, al generar los vectores de estas relaciones, estima el grado de consistencia de las calificaciones como un valor de significancia estadística, de donde surge el valor de la ponderación para poder realizar la suma lineal ponderada en la siguiente fase de análisis.

Una vez construido el modelo jerárquico para la presente zonificación, se compararon los criterios entre pares; se atribuyeron valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas; y se entregó una síntesis



de esas preferencias agregando los juicios parciales. El proceso de Saaty se basó en ptorgar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo que se midió cómo contribuyó cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del que se desprendió. Para efectuar estas comparaciones, se utilizaron escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad sobre la base de la escala numérica propuesta por Saaty (ver tabla 18).

Tabla 18. Escala de importancia dentro del proceso analítico jerárquico

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: Saaty (1980).

3.5.2 Matriz del proceso analítico jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se compararon por pares los criterios para calificarlos según la importancia relativa de un criterio respecto a otro. Este proceso se aplicó a todos los criterios definidos para el análisis mediante un taller en el que se calificaron por pares los criterios usando una escala de importancia.

Como se puede observar en la tabla 19, A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios y a_{ij} es la medida de la preferencia del criterio en el renglón i cuando se compara con el criterio de la columna j . Cuando i fue igual a j , el valor de a_{ij} fue igual a 1, pues se estaba comparando el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia a_{ij} automáticamente fue el valor recíproco de a_{ij} , es decir, $1/a_{ij}$.

Tabla 19. Esquema de la matriz de comparación a nivel de 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 (2024).



A partir de la matriz de comparaciones obtenida para la producción apícola, se calcularon las ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística con uso del programa PriEsT (Siraj *et al.*, 2013).

La entrada de datos en esta herramienta fue la matriz de comparación de pares de criterios, la cual se normalizó por columna, o sea: se dividió el valor de cada casilla de la matriz entre el de la sumatoria de la columna a la cual pertenecía el valor. A partir de la matriz normalizada, se obtuvo el llamado *vector de prioridad asociado*, que representó los pesos de cada criterio considerados. Así pues, el vector de prioridades de cada criterio vinculado a la zonificación de aptitud se definió de la siguiente manera:

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

donde

n = número de criterios;

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

La tabla 20 expone la matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud de la producción apícola, compuesta por los componentes físicos y socioecosistémicos; por su parte, la tabla 21 muestra la matriz de evaluación multicriterio para el componente socioeconómico. En las dos matrices, se pueden observar los pesos relativos de cada criterio que resultan del análisis mediante el programa PriEsT.

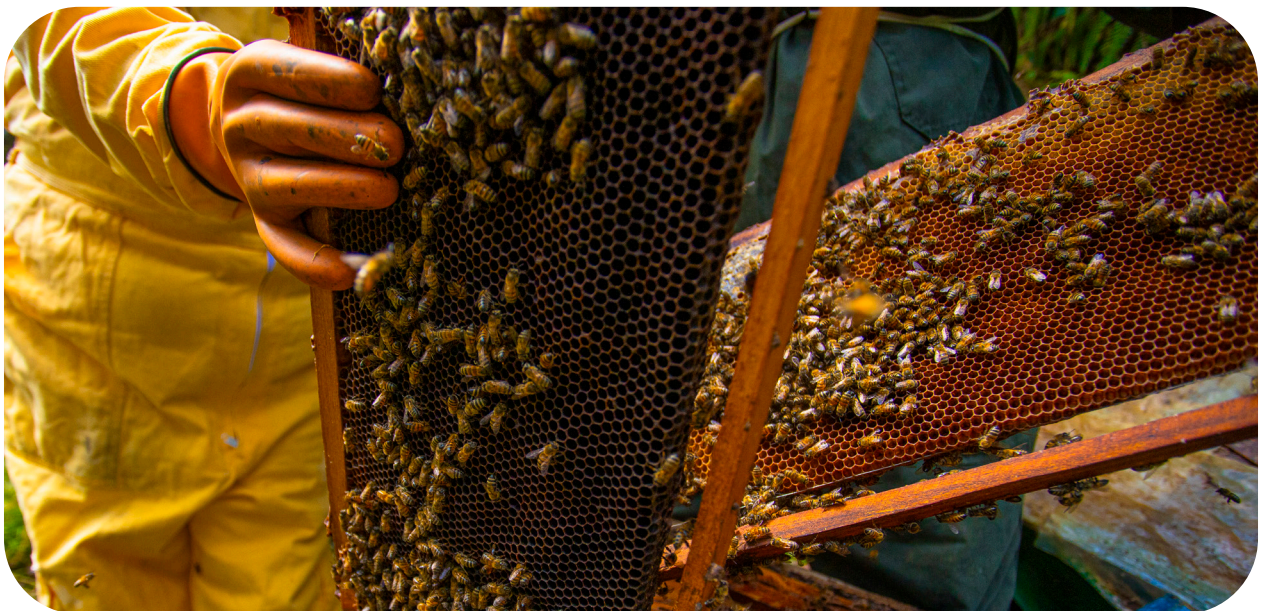




Tabla 20. Matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico de la zonificación de aptitud para la producción apícola

Criterios	Potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura	Características edáficas asociadas a la diversidad florística	Potencial de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales	Áreas de presión sobre la apicultura	Integridad ecológica	Condiciones climáticas que favorecen el pecoreo	Características del terreno para las labores apícolas	Competencia con polinizadores naturales	Amenazas naturales para los apiarios	Pesos ponderados (%)
Potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura	1									27,0
Características edáficas asociadas a la diversidad florística	1/3	1								20,0
Potencial de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales	1/3	1/3	1							14,0
Áreas de presión sobre la apicultura	1/3	1/3	1/3	1						11,0
Integridad ecológica	1/3	1/3	1/3	1/3	1					8,6
Condiciones climáticas que favorecen el pecoreo	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1				6,7
Características del terreno para las labores apícolas	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1			5,0
Competencia con polinizadores naturales	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1		3,7
Amenazas naturales para los apiarios	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	2,6

Fuente: UPRA (2024).



Tabla 21. Matriz de evaluación multicriterio del componente socioeconómico de la zonificación de aptitud para la producción apícola

Criterios	Infraestructura productiva	Disponibilidad de mano de obra	Asociatividad e institucionalidad	Infraestructura, bienes y servicios	Dinámica del mercado de tierras	Seguridad ciudadana	Indicadores económicos	Condiciones de vida	Pesos ponderados (%)
Infraestructura productiva	1								31,4
Disponibilidad de mano de obra	1/3	1							23,9
Asociatividad e Institucionalidad	1/3	1/3	1						16,4
Infraestructura, bienes y servicios	1/3	1/3	1/3	1					11,2
Dinámica del mercado de tierras	1/5	1/5	1/3	1/3	1				7,0
Seguridad ciudadana	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1			5,0
Indicadores económicos	1/7	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1		3,1
Condiciones de vida	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1	2,0

Fuente: UPRA (2024).

En la table 22 se puede consultar la matriz de paso mediante la cual se cruzaron los criterios físico-socioecosistémicos (biofísicos) y los criterios socioeconómicos para generar el mapa integrado de la evaluación de tierras de la producción comercial apícola a escala 1:100.000 en Colombia.

Tabla 22. Matriz de paso para el cruce de componentes de la zonificación de aptitud para la producción apícola

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

Fuente: UPRA (2019).



Acto seguido, 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 la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia:

$$S = \sum W_i * X_i$$

donde

S = mapa con categorías de aptitud;

W_i = peso del criterio i ;

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

3.6 Análisis espacial y modelo cartográfico

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

En el proceso de zonificación de aptitud en descripción, esta fase soportó muchos de los productos espaciales intermedios espacial para obtener los mapas de aptitud de la producción apícola. Los pasos que la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (OTIC) de la UPRA siguió en el proceso de análisis espacial se desarrollan a continuación y se pueden consultar en la figura 15.



Figura 15. Proceso de análisis de información espacial para obtener el mapa de zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

Recopilación de información. Consistió en buscar, solicitar y evaluar la información espacial y alfanumérica utilizada por los componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con la producción de apícola.

Procesamiento de la información. Abarcó una serie de procedimientos encaminados a encontrar la información de la forma más adecuada para ser analizada. Una de las operaciones, que suelen ser de uso más común, fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, cuyo fin consistió en estandarizar las variables, los criterios y los lineamientos definidos en cada componente para espacializarlos dentro del modelo cartográfico en la zonificación.

Análisis de la información. Se generaron y se evaluaron las salidas gráficas de cada criterio según los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos que oscilaron entre 0 y 3, los cuales indicaban la transición entre lo *no apto* (0) y lo *muy apto* (3). En caso de que los criterios no estuvieran conformados por variables continuas, el análisis se realizó mediante algunas estadísticas de la variable, para lo cual se asignó la calificación de la categoría de aptitud.

Esta etapa del proceso abarcó el modelo cartográfico, que es una



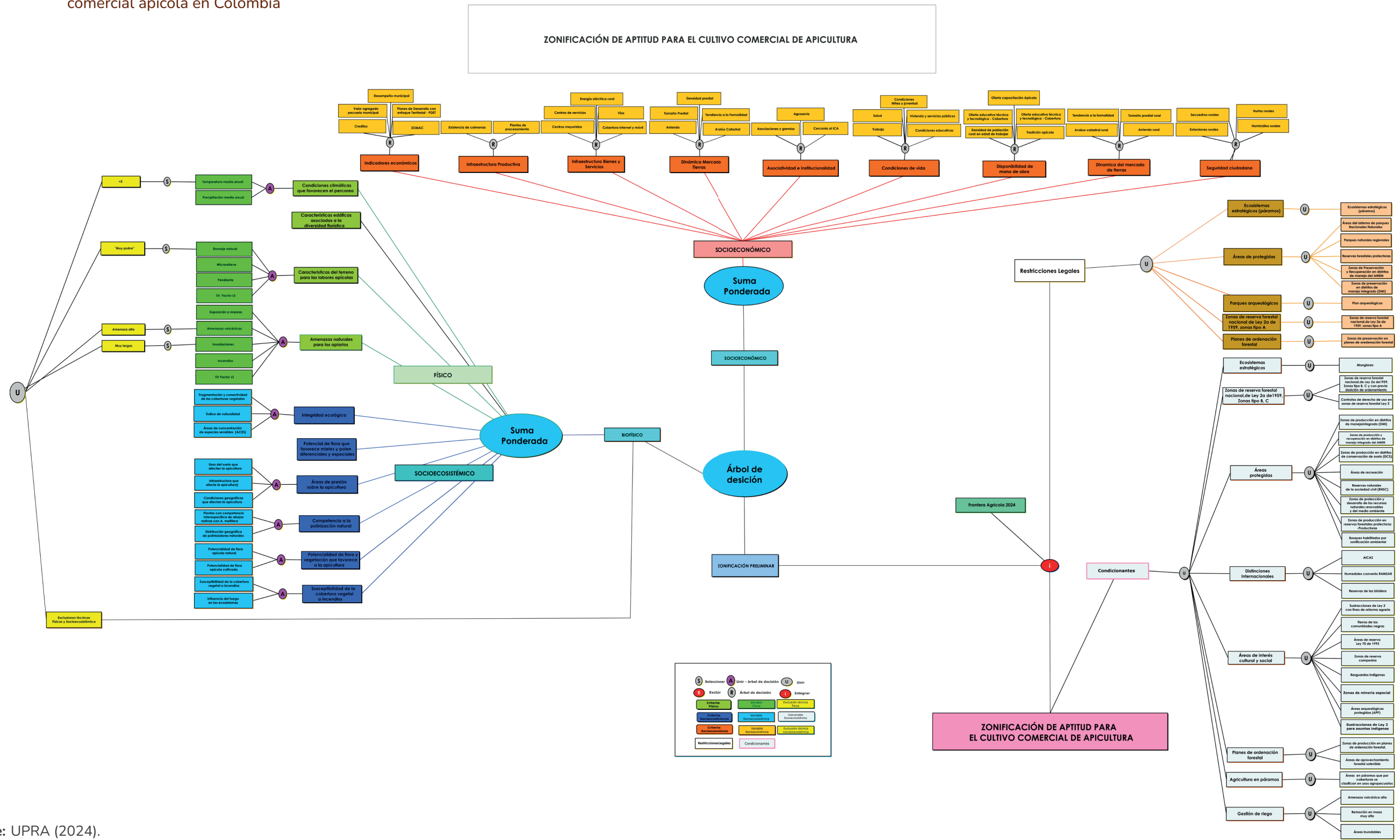
forma de representación de los procesos espaciales involucrados para la zonificación. Como insumos de entrada, el modelo contó con los mapas a nivel de variable y criterio generados por cada componente; con la integración de estas capas mediante la ponderación del valor según los resultados del análisis multicriterio; y con la integración de las restricciones legales y los condicionantes legales. Uno de los procedimientos de mayor empleo en esta fase fue el álgebra de mapas, una serie de procedimientos que, operando sobre una o varias capas en información, en este caso los mapas generados de cada criterio, permitían obtener información derivada cuyo resultado fue el mapa integrado de aptitud.

Salidas gráficas y resultados. Consistió en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para la producción apícola. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto. En la figura 6 se presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud de la producción comercial apícola en Colombia.





Figura 16. Modelo cartográfico integral de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia



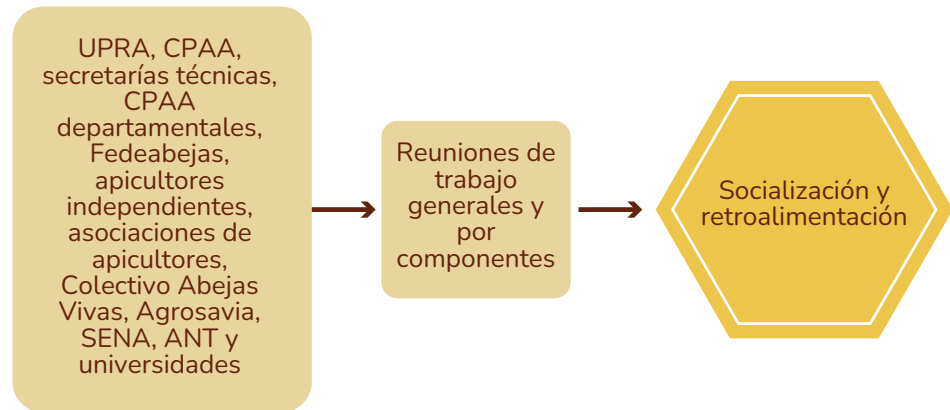
Fuente: UPRA (2024).



3.7 Proceso de socialización y validación

El proceso de validación de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia se llevó a cabo, en cada una de sus etapas, de manera conjunta con el gremio, con lo que se buscó la participación de cada actor de la cadena productiva que representaba. Para esto, se utilizó una estrategia contundente para retroalimentar el proceso con los productores, los técnicos, las instituciones, los comercializadores y los entes territoriales en las zonas productivas colombianas con un alto potencial para la actividad productiva (ver figura 17).

Figura 17. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2024).





3.7.1 Socialización de la metodología de la zonificación de aptitud

Para exponer la metodología y discutir el tipo de utilización de la tierra (TUT), los criterios, las variables y los rangos de aptitud, se realizaron varias jornadas de trabajo con representantes del gremio. Así mismo, se realizó una presentación preliminar de los criterios y las variables de los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico con diversos actores de la cadena productiva. Finalmente, se llevaron a cabo visitas de campo entre el 25 y el 28 de julio del año 2023, cuyos recorridos permitieron realizar ajustes de los rangos y de las zonas para establecer las zonas apícolas (ver tabla 23).

Tabla 23. Proceso de socialización de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000

Bogotá, auditorio UPRA, 12 de julio de 2023. Socialización con actores de la Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura (CPAA), que incluyó la participación de representantes de Fedeebejas, Asoapicun, Colectivo Abejas Vivas, ANT, SENA, Agrosavia, Universidad Nacional de Colombia, Gobernación de Cundinamarca y apicultores independientes.



San Agustín, Huila, 25 de julio de 2023. Verificación en campo de los criterios y las variables en producción de miel de abejas.





Pitalito, Huila, 26 de julio de 2023. Visita a un apiario con núcleo de producción



Sincelejo, Sucre, Gobernación de Sucre, 26 de julio de 2023. Socialización de la zonificación ante la Secretaría Técnica de la Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura de Sucre con empresarios apícolas.



Nobsa, Boyacá, 26 de julio de 2023. Verificación en campo de los criterios y las variables en producción de polen.





Popayán, Cauca, 26 de julio de 2023. Recorrido en campo para la verificación de los criterios y las variables para la producción de polen.



Popayán, Cauca, Cooperativa de Apicultores del Cauca (Coapica), 26 de julio de 2023.



Tunja, Boyacá, Gobernación de Boyacá, 28 de julio de 2023. Socialización de la zonificación apícola ante la Secretaría Técnica de la Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura de Boyacá con representantes de universidades y empresarios apícolas.





Santa Bárbara, Antioquia, Cooperativa de Apicultores de Santa Bárbara, 28 de julio de 2023. Socialización ante la Secretaría Técnica de la Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura de Antioquia con la Cooperativa de Apicultores de Santa Bárbara (Cooapisabar).



Fuente: UPRA (2023).

Se realizaron dos sesiones virtuales durante los días 16 de agosto y el 10 de noviembre del 2023. La primera sesión se llevó a cabo ante los representantes de Fedeabejas, las organizaciones asociativas apícolas locales, la Secretaría Técnica Nacional de la CPAA, las secretarías técnicas de la CPAA departamentales, Agrosavia, ANT, universidades y apicultores independientes. En la reunión del 10 de noviembre, se expusieron los resultados preliminares de la zonificación a los representantes de las entidades citadas.

3.7.2 Validación de rangos y mapas de aptitud

El equipo técnico de la UPRA verificó, mediante visitas de campo, los mapas de los criterios, las variables y el mapa integrado final. Para este ejercicio, se conformaron grupos de trabajo que procuraban cubrir la mayor parte del territorio nacional en múltiples recorridos por las zonas representativas de la producción apícola durante la semana de 1 al 4 de noviembre de 2023.

El proceso de validación se desarrolló en dos fases: la primera se centró en verificar los criterios y las variables en unidades productivas o empresas apícolas, para lo cual se realizaron visitas en seis departamentos; la segunda se enfocó en practicar recorridos para verificar en campo el mapa integrado de la zonificación y realizar los ajustes respectivos (ver tabla 24). En estas verificaciones, se concluyó que los mapas presentados estaban en concordancia con lo expresado por los actores de las zonas visitadas.



Tabla 24. Validación de los criterios y las variables del proceso de zonificación de aptitud para la producción apícola en Colombia a escala 1:100.000

Sincelejo, Sucre, 1-4 de noviembre de 2023. Verificación de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia.



Villavicencio-Puerto López-Puerto Gaitán-San Martín-Granada-Puerto Lleras, Meta, 1-4 de noviembre de 2023. Verificación de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola.



Pereira-Armenia-Andes-Medellín-San Vicente-Santuario-Carmen de Viboral-La Ceja, Risaralda, Quindío y Antioquia, 1-4 de noviembre de 2023. Verificación de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola.





Lebrija-Piedecuesta-Curití-San Gil-Villanueva-Barichara-Socorro-Charalá-Oiba-Moniquirá-Viracachá-Úmbita, Santander y Boyacá, 1-4 de noviembre de 2023. Verificación de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola.



Saravena-Fortul-Tame-Paz de Ariporo-Pore-Yopal, Arauca y Casanare, 1-4 de noviembre de 2023. Verificación de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia.



Fuente: UPRA (2023).



4. Resultados

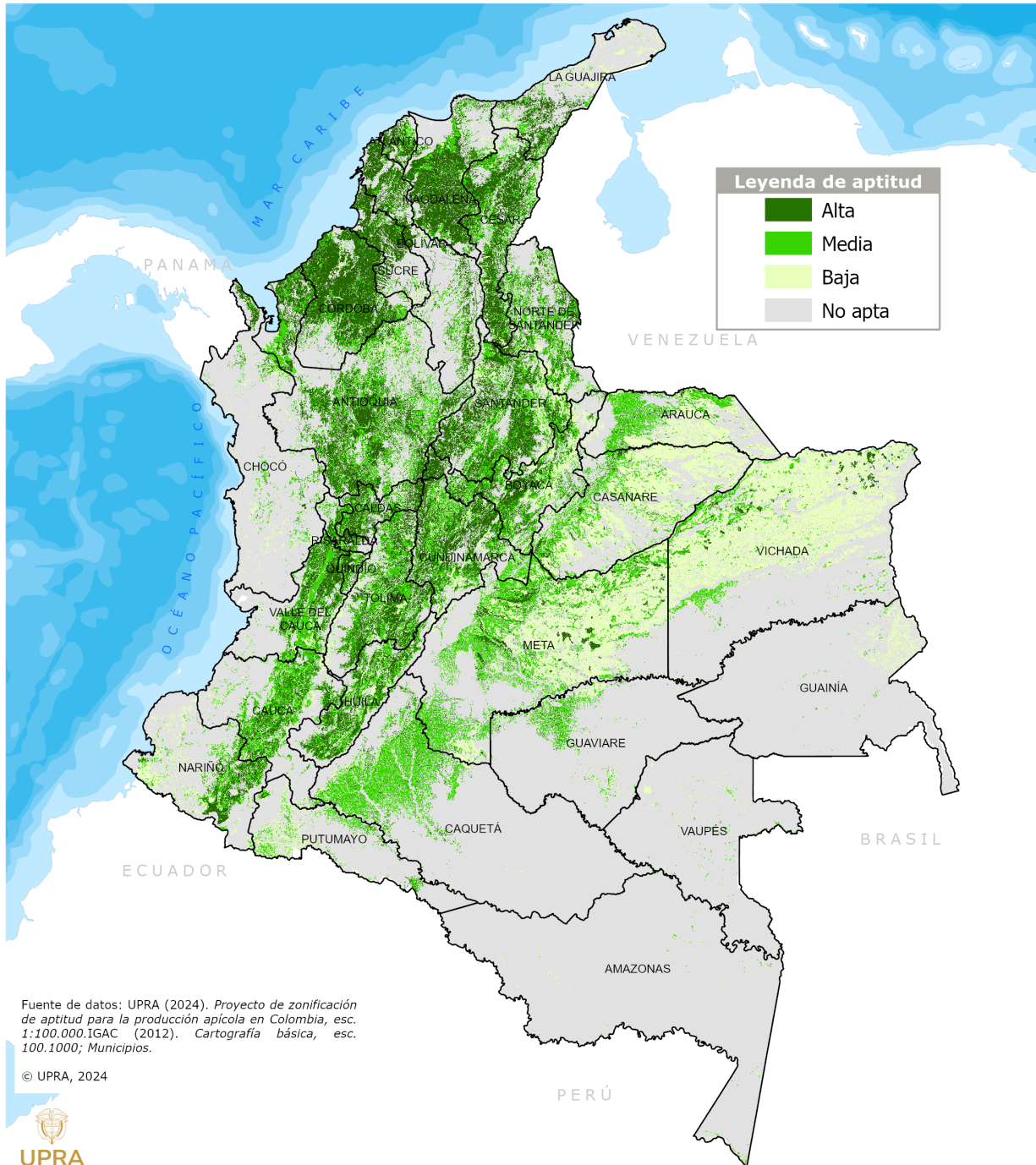
A continuación, se presentan los resultados de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000. Se incluyen tanto los mapas intermedios biofísico (físico y socioecosistémico) y socioeconómico como el mapa integrado generalizado a escala general.

De igual modo, se relacionan las áreas resultantes por categorías de *aptitud alta* (A1), *aptitud media* (A2) y *aptitud baja* (A3), con su respectivo total, para los primeros diez departamentos y para los primeros diez municipios. El mapa biofísico muestra la mayor área con aptitud alta en la región Caribe, en zonas de los departamentos de Atlántico y Cesar; en la zona norte de los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar; y en Magdalena. La región Andina también presentó importantes áreas con aptitud alta (A1) en los departamentos que conforman el Eje Cafetero, el Valle del Cauca, Antioquia, Santander y el altiplano cundiboyacense.

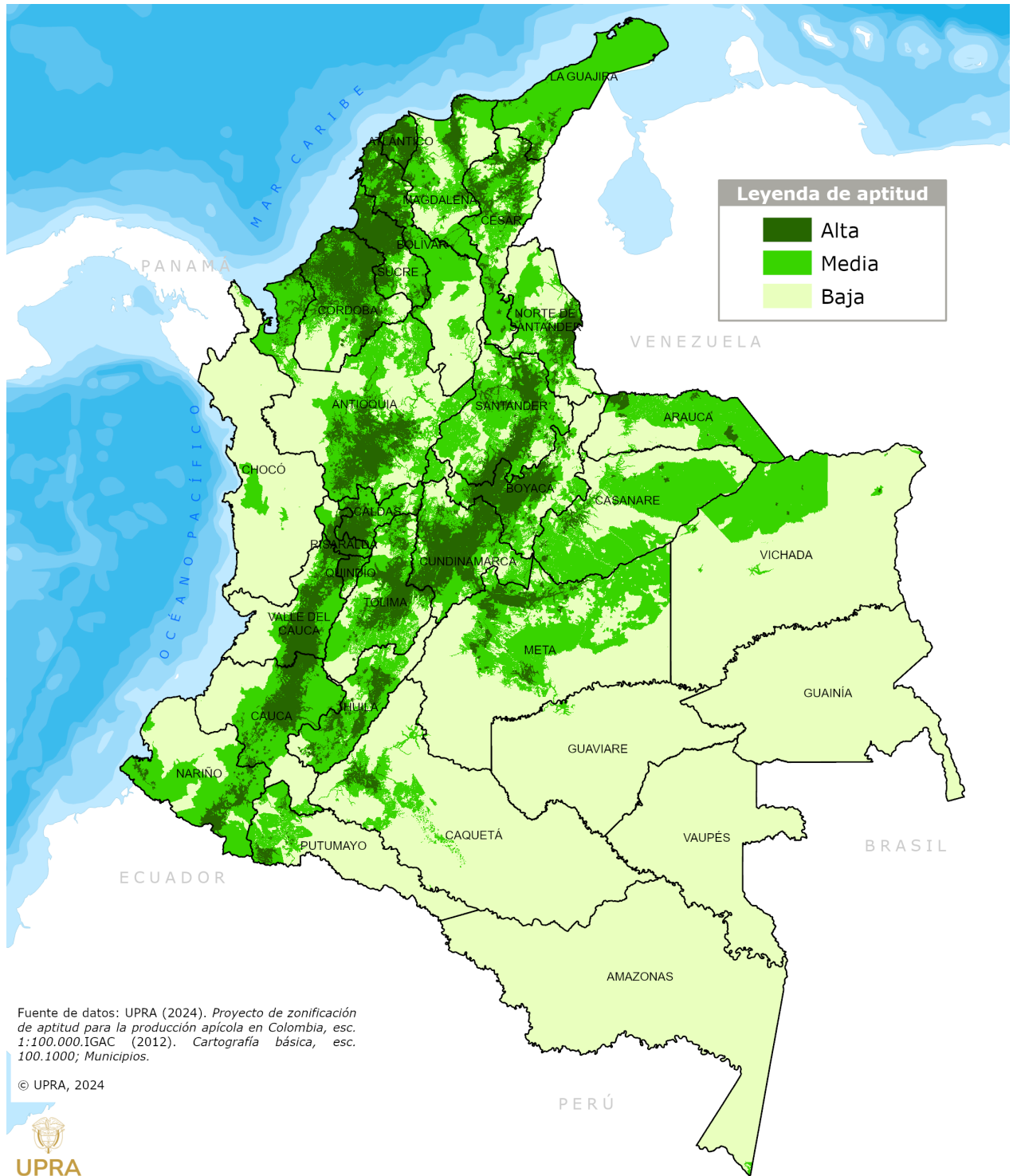
El mapa socioeconómico indica la región Andina con las mayores áreas con aptitud alta (A1), donde se destaca la zona occidental desde Cauca hasta el eje cafetero, el altiplano cundiboyacense, Antioquia y Santander. En la región Caribe se destacan los departamentos de Córdoba, Sucre y Atlántico, así como la zona norte del departamento de Bolívar. En contraste, la Orinoquia y el andén del Pacífico presentaron predominio de áreas con aptitud media (A2) y aptitud baja (A3) para el desarrollo de la actividad productiva comercial apícola (ver figura 18).



Figura 18. Mapas biofísico y socioeconómico de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000



INTEGRADO BIOFÍSICO



INTEGRADO SOCIOECONÓMICO

Fuente: UPRA (2024).



El mapa de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola demuestra que Colombia dispone de 32.602.195 hectáreas aptas para el desarrollo de la actividad apícola, lo cual equivale al 75,9 % de la frontera agrícola. Como se puede observar en la tabla 25 y la figura 19, del total de las áreas aptas, el 42,0 % corresponde a *aptitud alta* (A1); el 21,7 %, a *aptitud media* (A2) y el 36,3 %, a *aptitud baja* (A3).

Tabla 25. Áreas, según las categorías de aptitud, para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000

Aptitud		Área (ha)	Porcentaje Nacional	Porcentaje de la frontera agrícola nacional*
A1	Alta	13.692.009	12,0	31,9
A2	Media	7.080.034	6,2	16,5
A3	Baja	11.830.152	10,4	27,5
Total del área apta		32.602.195	28,6	75,9
No apto (N1)		10.342.745	9,1	—
Fuera de la frontera agrícola		71.130.031	62,3	—
Total general		114.074.971	100,0	—

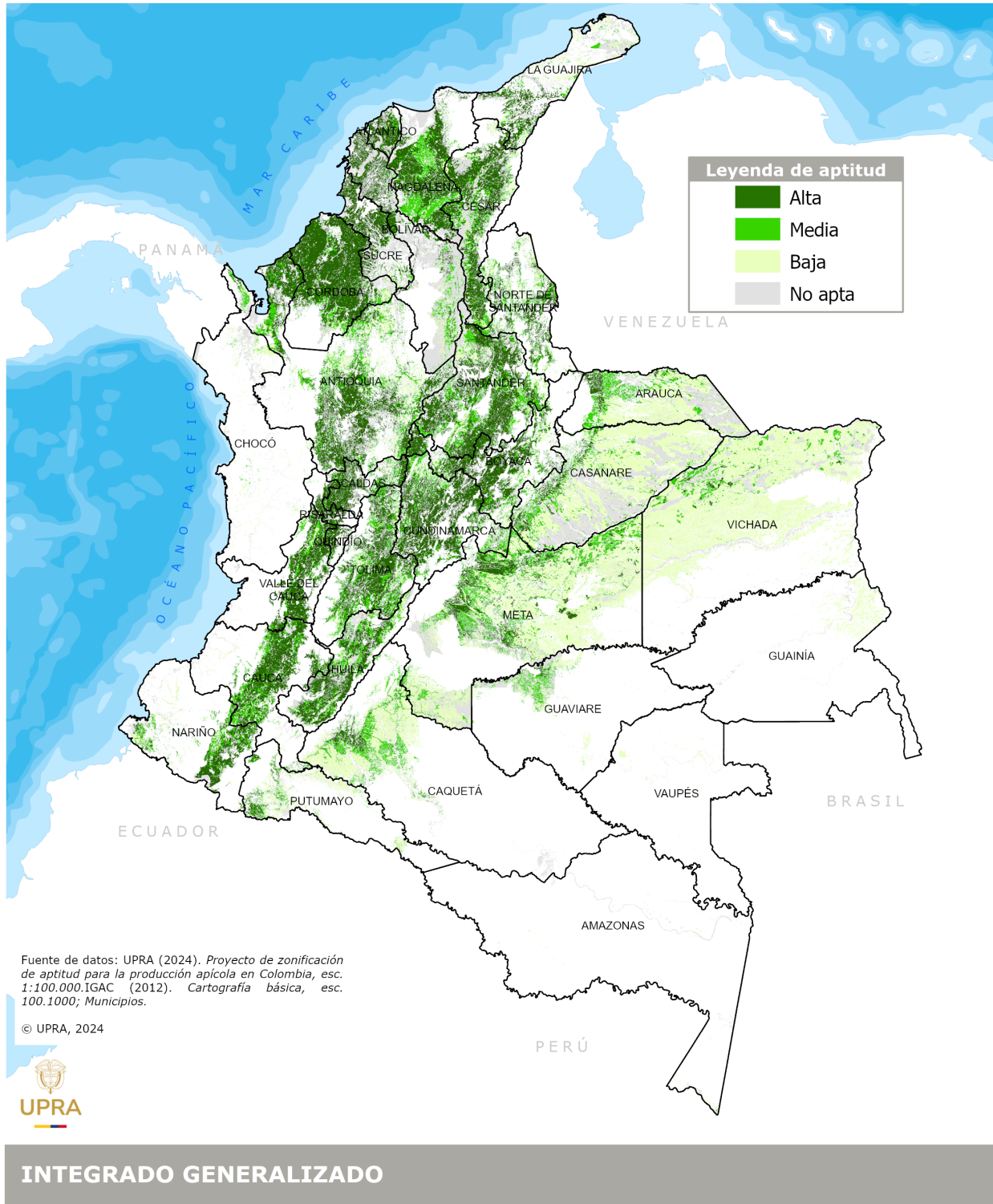
Fuente: UPRA (2024).

*Frontera agrícola nacional: 42.944.940 hectáreas





Figura 19. Mapa integrado de aptitud para la producción comercial apícola en Colombia a escala 1:100.000



Fuente: UPRA (2024).



Como se observa en la tabla 26, los departamentos con la aptitud alta total para la producción apícola son Meta, con 3.997.026 hectáreas; seguido de Vichada, con 3.887.680; Antioquia, con 2.590.735; y Casanare, con 2.295.114. Excepto por Antioquia, todos los departamentos tienen en promedio un 76 % de aptitud baja; Antioquia tiene de este total apto un 57,5 % con la aptitud alta (A1).

Tabla 26. Aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3) para la producción comercial apícola en Colombia por departamento

Departamento	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	Total apto
Meta	563.223	952.681	2.481.122	3.997.026
Vichada	48.175	321.529	3.517.977	3.887.680
Antioquia	1.488.914	716.098	385.722	2.590.735
Casanare	201.450	368.623	1.725.041	2.295.114
Santander	1 161 037	478.110	168.462	1.807.609
Córdoba	1 382.352	153.104	60.679	1.596.136
Caquetá	121.996	444.807	797.191	1.363.994
Cundinamarca	1 004 476	254.473	74.082	1.333.030
Tolima	831.105	376.671	98.957	1.306.733
Cesar	853.267	275.674	134.635	1.263.575
Magdalena	778.029	375.126	56.832	1.209.987
Arauca	122.332	311.247	724.402	1.157.981
Cauca	708.372	293.903	66.612	1 068 887
Boyacá	729.871	189.110	98.501	1.017.483
Huila	556.881	255.385	98.900	911.166
Bolívar	447.874	188.910	121.228	758.013
Valle del Cauca	560.594	124.973	30.753	716.320
Norte de Santander	318.252	257.123	127.778	703.153
Nariño	331.790	186.618	106.497	624.905
La Guajira	252.284	101.146	119.868	473.298
Sucre	390.487	37.037	18.686	446.211
Caldas	346.385	70.272	16.492	433.149
Putumayo	70.542	91.254	233.803	395.599
Guaviare	14.679	165.422	149.709	329.810
Guainía	—	517	216.906	217.423
Atlántico	185.920	15.576	2.538	204.034
Chocó	7.678	60.708	130.857	199.243
Risaralda	130.358	6.591	1.538	138.488



Departamento	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	Total apto
Quindío	83.623	6.508	1.014	91.145
Vaupés	—	28	39.069	39.096
Amazonas	60	809	24.304	25.173
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	—	—	—	—
Total	13.692.009	7.080.034	11.830.152	32.602.195

Fuente: UPRA (2024).

Los departamentos que presentaron mayor *aptitud alta* (A1) para la producción comercial apícola en Colombia son Antioquia, con 1.488.914 hectáreas; seguido de Córdoba, con 1.382.352; Santander, con 1.161.037; Cundinamarca, con 1.004.476; y Cesar, con 853.267 (ver tabla 27).

Tabla 27. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para la producción comercial apícola en Colombia en hectáreas

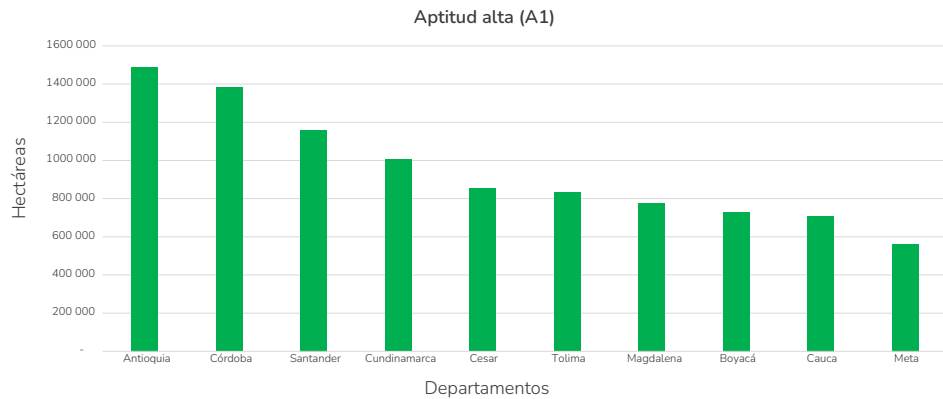
Departamento	Alta (A1)
Antioquia	1.488.914
Córdoba	1.382.352
Santander	1.161.037
Cundinamarca	1.004.476
Cesar	853.267
Tolima	831.105
Magdalena	778.029
Boyacá	729.871
Cauca	708.372
Meta	563.223

Fuente: UPRA (2024).

En la figura 20, se pueden observar los diez primeros departamentos con aptitud alta (A1) para la producción comercial apícola en Colombia.



Figura 20. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para la producción comercial apícola en Colombia en hectáreas



Fuente: UPRA (2024).

Con *aptitud media* (A2) se clasificaron, en orden de mayor a menor, los departamentos del Meta, con 952.681 hectáreas; seguido de Antioquia, con 716.098; Santander, con 478.110; Caquetá, con 444.807; y Tolima, 376.671, con (ver tabla 28).

Tabla 28. Principales departamentos con aptitud media (A2) para la producción comercial apícola en Colombia en hectáreas

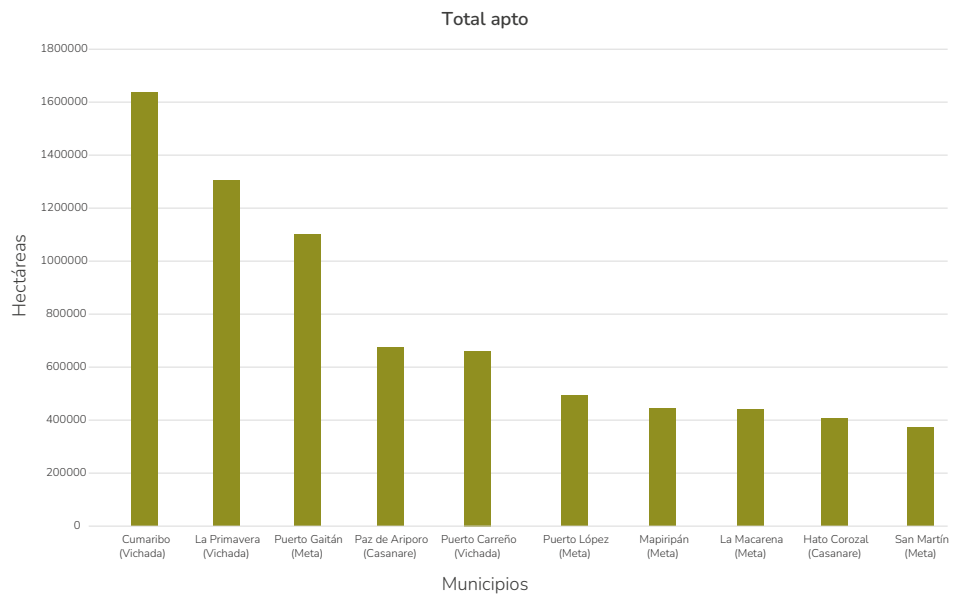
Departamento	Media (A2)
Meta	952.681
Antioquia	716.098
Santander	478.110
Caquetá	444.807
Tolima	376.671
Magdalena	375.126
Casanare	368.623
Vichada	321.529
Arauca	311.247
Cauca	293.903

Fuente: UPRA (2024).

En cuanto a los municipios que presentaron la mayor aptitud alta total para la producción apícola en Colombia, se registraron en el departamento de Vichada Cumaribo, con 1.637.321 hectáreas y La Primavera, con 1.304.232. Sin embargo, la mayor parte de esta aptitud correspondió a *aptitud baja* (A3), como se observa en la figura 21.



Figura 21. Municipios con mayor aptitud total para la producción apícola en Colombia



Fuente: UPRA (2024).

Los municipios que presentaron la mayor *aptitud alta* (A1) para la producción apícola en Colombia son Montería (Córdoba), con 260.269 hectáreas; le siguen Cimitarra (Santander), con 184.205; Valledupar (Cesar), con 146.427; Planeta Rica (Córdoba), con 100.817; y Puerto López (Meta), con 97.157 (ver tabla 29).

Tabla 29. Principales municipios con aptitud alta (A1) para la producción apícola en Colombia en hectáreas

Municipio (departamento)	Alta (A1)
Montería (Córdoba)	260.269
Cimitarra (Santander)	184.205
Valledupar (Cesar)	146.427
Planeta Rica (Córdoba)	100.817
Puerto López (Meta)	97.157
Rionegro (Santander)	90.881
Sahagún (Córdoba)	87.637
Puerto Boyacá (Boyacá)	84.422
Agustín Codazzi (Cesar)	84.343
Ariguaní (Magdalena)	83.416



5. Conclusiones

El 75,9 % de la frontera agrícola nacional, que corresponde a 32,6 millones de hectáreas, expresa potencial para la producción comercial apícola, lo que la convierte en una actividad con amplia perspectiva para el crecimiento productivo en Colombia.

Las áreas con mayor potencial de flora y de vegetación que favorecen la apicultura y las características edafoclimáticas de los ecosistemas asociados a la alta diversidad florística les confieren a las regiones Caribe y Andina la mejor aptitud. En contraste, la región de la Orinoquia presentó *aptitud baja* (A3) al brindar una menor oferta alimentaria para las abejas.

En algunas zonas del departamento de Magdalena, la *aptitud media* (A2) coincidió con una competencia moderada con polinizadores naturales; mientras que, en las áreas con menor aptitud para apicultura —principalmente en la Orinoquia—, la competencia por los recursos florísticos es mayor.

Las zonas tradicionalmente agrícolas de Antioquia, Tolima, Cundinamarca, Santander, Huila, Cesar y Nariño presentaron *aptitud alta* (A1) para la producción comercial apícola. Además, las abejas tienen el potencial de brindar servicios ecosistémicos que favorecen la integridad ecológica. No



obstante, existe un riesgo de afectación por el uso de plaguicidas, análisis que no fue contemplado a fondo en la presente zonificación de aptitud, dado que hace parte de instrumentos de planificación diferentes al estudio, como *la gestión del riesgo agropecuario*.

En algunos sectores, la aptitud se vio disminuida por la dificultad de acceso derivado de las fuertes pendientes, como la región Andina, la serranía del Perijá o la Sierra Nevada; por las áreas inundables, como sabanas inundables, la región de La Mojana y la depresión momposina; y por amenazas naturales para los apiarios, como la susceptibilidad a las mareas, los eventos volcánicos, los fenómenos de remoción en masa y los incendios.

Se observó una concordancia entre las zonas de *alta aptitud* (A1) con las áreas de potencial para la producción de mieles y polen tanto diferenciales como especiales, dada la gran diversidad vegetal del país. En la Orinoquia, a pesar de la baja aptitud, la presencia de plantaciones de acacia (*Acacia mangium*) favorece la obtención de estos productos especiales.

La producción apícola, cuyo acceso a tierra se realiza a través del arriendo, no necesariamente se paga en dinero, sino con parte de la producción. Esto no presentó restricciones en cuanto al tamaño predial, ya que requiere de pequeñas áreas para desarrollarse. Sin embargo, sí requiere de predios que garanticen las distancias de seguridad necesarias para la actividad que evite picaduras o vuelo de enjambres que afecten a los humanos y a los animales. Es por esta razón que las zonas con mayores dificultades de acceso se presentaron en el centro y occidente del país.

El alto potencial para la producción apícola en Colombia contrasta no sólo con la baja oferta de mano de obra específica, sino también con la poca oferta educativa relacionada con el sector, lo cual puede limitar el desarrollo de la actividad, sobre todo, en el Caribe, en el occidente y en el centro del país.

La presencia de las asociaciones y los comités regionales dentro de las zonas aptas para la producción comercial apícola son determinantes, dado que facilitan el desarrollo y el soporte de la cadena productiva, en especial, en la región Caribe y en el centro colombiano.



6. Bibliografía

Aguilar, D.A., Rodríguez, A.F., Gómez, L.M., Acosta, C.P., Cortés, C.L., Enciso, F.E., García, E.R., Lagos, L.M., Maluendas, A.V., Ortiz, L., Ríos, M., Romero, Ó., Rubiano, C.E. y Vergara, J. (2018). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional: metodología a escala general (1:100.000)*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). <https://n9.cl/7zfw2>

Arechavaleta-Velasco, M.E., García-Figueroa, C., Alvarado-Ávila, L.Y., Ramírez-Ramírez, F.J., & Alcalá-Escamilla, K.I. (2021). Results and impact of research on honeybee genetics and breeding conducted by INIFAP in Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu*;12(Supl. 3), 224-242. DOI: <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5919>

Asamblea Nacional Constituyente de Colombia (1991). *Constitución Política de la República de Colombia de 1991*. Asamblea Nacional Constituyente de Colombia.

Asamblea Departamental de Boyacá (2020). *Ordenanza 22, por la cual se declara a las abejas y demás polinizadores como seres vivos de especial protección, de importancia ambiental, económica y social, se reconoce la apicultura como una actividad ancestral, de trascendencia cultural en el departam*. Asamblea Departamental de Boyacá.



- Asamblea Departamental de Cundinamarca (2022). *Ordenanza 81 de 2022, por la cual se declara a las abejas como seres vivos de especial protección y de importancia ecológica, económica y social; se reconoce la apicultura y la cría de abejas como actividades de trascendencia cultural en el departamento de Cundinamarca.* Asamblea Departamental de Cundinamarca.
- Asamblea Departamental de Sucre (2020). *Ordenanza 19, por medio de la cual se declara a las abejas insectos de interés social, económico y ecológico del departamento de sucre y otras disposiciones afines.* Asamblea Departamental de Sucre.
- Asamblea Departamental del Casanare. (2019). *Ordenanza 10, por medio de la cual se declara a las abejas, insectos indispensables y de interés para el desarrollo ecológico, social y económico en el departamento de Casanare.* Asamblea Departamental del Casanare.
- Asamblea Departamental del Quindío (2020). *Ordenanza 30, por medio de la cual se declara a las abejas insectos de interés social, económico y ecológico del departamento del Quindío y se adoptan otras disposiciones afines.* Asamblea Departamental del Quindío.
- Baas, S, Ramasamy, S, Dey de Pryck, J.D. y Battista, F. (2009). *Análisis de sistemas de gestión del riesgo de desastres: una guía.* Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía. <https://n9.cl/xbdqj>
- Bradbear, N. (2005). *La apicultura y los medios de vida sostenibles.* Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). <https://n9.cl/md7co>
- Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura (2018). *Oportunidades y desafíos en salud apícola: Seminario Salud Apícola y Agricultura Sustentable.* Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura (CPAA), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). <https://n9.cl/vdyl6>
- Campos, M.G., Frigerio, C., Lopes, J., & Bogdanov, S. (2010). What is the future of Bee-Pollen? *J ApiProduct ApiMedical Sci*,(4), 131-144. DOI <https://doi.org/10.3896/IBRA.4.02.4.01>
- Castro-Mercado, L. y Díaz-Moreno, C. (2016). Situación actual y perspectivas de la producción apícola en la altillanura del Departamento del Vichada. *Agronomía Colombiana* 34(Supl. 1), S66-S68.



- Castro-Mercado, L., Osorio-Gómez, J.C., & Bravo-Bastidas, J.J. (2021). Production analysis of the beekeeping chain in Vichada, Colombia: a system dynamics approach. En Zapata-Cortés, J.A., Alor-Hernández, G., Sánchez-Ramírez, C., & García-Alcaraz, J.L. (Eds.). *New perspectives on enterprise decision-making applying artificial intelligence techniques* (pp. 97-117). Springer Nature Switzerland.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos (2009). *Informe anual de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos 2009*. Organización de los Estados Americanos (OEA). <https://n9.cl/j1op0>
- Ciontescu, N. (2012). *Instructivo metodológico para evaluación de atributos e integridad ecológicos en áreas protegidas*. ArcGIS-Fragstats. Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Claro, R.A., Henao, J.P. Medina, C.A. (2021). *Abeja de la miel en Colombia: uso, manejo y retos*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). <https://n9.cl/o84jy>
- Cobo, A. (1980). El polen: recogida, manejo y aplicaciones. *Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura*, 8(80), 1-16. <https://n9.cl/zcw20>
- Comunidad Andina (1969). *Acuerdo de Integración Subregional Andino (Acuerdo de Cartagena)*. Comunidad Andina (CAN). <https://n9.cl/x2wp5>
- Congreso Nacional de la República de Colombia (1959). *Ley 2 de 1959, por la cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables*. Diario Oficial 29.861. Congreso Nacional de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (1991). *Ley 21 de 1991, por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76ª reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989*. Diario Oficial 39.720. Congreso de la República de Colombia.
- Congreso de la República de Colombia (1997). *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*. Diario Oficial 43.091. Presidencia de la República de Colombia.



Congreso de la República de Colombia (1993a). *Ley 70 de 1993, por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política*. Diario Oficial 41.013. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (1994). *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*. Diario Oficial 41.479. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2000) *Ley 599 del 2000, por la cual se expide el Código Penal*. Diario Oficial 44.097. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2001). *Ley 685 de 2001, por la cual se expide el Código de Minas y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial 44.545. Presidencia de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2003). *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*. Diario Oficial 45.236. Bogotá, Colombia: Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2004) *Ley 906 de 2004, por la cual se expide el Código de Procedimiento Penal. (Corregida de conformidad con el Decreto 2770 de 2004)*. Diario Oficial 45.658. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2007). *Ley 1143 de 2007, por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo de promoción comercial entre la República de Colombia y los Estados Unidos de América”, sus “Cartas Adjuntas” y sus “Entendimientos”, suscritos en Washington el 22 de noviembre de 2006*. Diario Oficial 46.679. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2011). *Ley 1450 de 2011, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo, 2010-2014*. Diario Oficial 48.102. Congreso de la República de Colombia.



Congreso de la República de Colombia (2012). *Ley 1523 de 2012, por 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 y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial 48.411. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2013). *Ley 1669, por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo Comercial entre Colombia y el Perú, por una parte, y la Unión Europea y sus Estados Miembros, por otra”, firmado en Bruselas, Bélgica, el 26 de junio de 2012.* Diario Oficial 48.853. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2014). *Ley 1721, por medio de la cual se aprueba el “Acuerdo Marco de la Alianza del Pacífico”, suscrito en Paranal, Antofagasta, República de Chile, el 6 de junio de 2012.* Diario Oficial 49.195. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2016). *Ley 1776 de 2016, por la cual se crean y se desarrollan las Zonas de Interés de Desarrollo Rural, Económico y Social, ZIDRES.* Diario Oficial 49.770. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2018). *Ley 1930 de 2018, por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia.* Diario Oficial 50.667. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2019). *Ley 1955 de 2019, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad.* Diario Oficial 50.964. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2022). *Ley 2193 de 2022, por medio de la cual se crean mecanismos para el fomento y desarrollo de la apicultura en Colombia y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial 51.909. Congreso de la República de Colombia.

Congreso de la República de Colombia (2023). *Ley 2294 de 2023, por el (sic) cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”.* Diario Oficial 52.400. Congreso de la República de Colombia.

Cornejo, L. G. (1976). *Informe final sobre diagnóstico de la situación actual de la apicultura colombiana y bases para su desarrollo.* Centro Interamericano de Promoción de Exportaciones.



- Correa-Ayram, C.A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. *Pérez-Arbelaezia* (19), 115-139. <https://n9.cl/03m2z>
- Crane, E. (1980). *A book of honey*. Oxford University Press.
- Dattilo, W., Pinilla, C., Luna, P., Ratoní, B., Hinojosa-Díaz, I.A., Neves, F.S., Leponce, M., Villalobos, F. y Guevara, R. (2022). The impact of the honeybee *Apis mellifera* on the organization of pollination networks is positively related with its interactive role throughout its geographic range. *Diversity* 4(11), 917. DOI: <https://doi.org/10.3390/d14110917>
- Departamento Nacional de Planeación (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: "prosperidad para todos"*. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://n9.cl/918nd>
- Departamento Nacional de Planeación (2015). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país: paz, equidad, educación"*. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://n9.cl/usjdc>
- Departamento Nacional de Planeación (2017). *Medición de desempeño municipal (MDM): informe de resultados MDM 2017*. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://n9.cl/ofyfb>
- Departamento Nacional de Planeación (2023). *Medición de desempeño municipal (MDM): informe de resultados 2023*. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://n9.cl/y5bg7c>
- Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra – Conceptos de Clasificación y manual para el usuario*. (FAO, Ed.) Roma.
- Eastman, J.R., Weigen, J., Kyem, P.A., & Toledano, J. (1995). Raster procedures for multi-criteria/multi objective decisions. *Photogramm Eng Remote Sens* 61(5), 539-547. <https://n9.cl/vmkyl>
- FAOSTAT (2023). Cultivos y productos de ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://n9.cl/m10sm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (1976). *A framework for land evaluation*. FAO soils bulletin 32. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Institute for Land Reclamation and Improvement (ILRI). <https://edepot.wur.nl/149437>



- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007). *Land evaluation: towards a revised framework. Land and water discussion paper 6*. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Gamboa-Abril, V., Díaz-Moreno, C. y Figueroa-Ramírez, J. (2012). Tipificación de mieles de mielato de roble (*Quercus humboldti*) de Boyacá y Santander. *Vitae*, 19(1), S382-S384. <https://n9.cl/ky68f>
- González, V.H., Ospina, M. y Bennett, D.J. (2005). *Abejas altoandinas de Colombia: guía de campo*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). <https://n9.cl/b5sb5>
- Guzmán-Novoa, E., Correa, A., Espinosa, L.G. y Gúzman, G. (2011). Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Vet Méx*, 42(2), 149-178. <https://n9.cl/6pdpl>
- Harms, B., Brough, D., Philip, S., Bartley, R., Clifford, D., Thomas, M., Willis, R., & Gregory, L. (2015). Digital soil assessment for regional agricultural land evaluation. *Glob Food Sec*, 5, 25-36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.04.001>
- Hölldobler, B. y Wilson, E.O. (1990). *The ants*. Harvard University Press.
- Hurlbert, S.H. (1971). The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 52(4), 577-586. DOI: <https://doi.org/10.2307/1934145>
- Instituto Colombiano Agropecuario (2015). *Resolución 3714 de 2015, por la cual se establecen las enfermedades de declaración obligatoria en Colombia*. Diario Oficial 49.679. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Instituto Colombiano Agropecuario (2022a). *Resolución 19650 de 2022, por la cual se establecen los requisitos para el registro ante el ICA de los predios destinados a las actividades productivas con la especie *Apis mellifera* y/o abejas nativas sin aguijón-ANSA, así como para el registro de Apicultores y/o criadores de abejas nativas sin aguijón-ANSA, en el territorio nacional*. Diario Oficial 52179.
- Instituto Colombiano Agropecuario (2022b). *Guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).



- Instituto Colombiano Agropecuario (2023a). *Resolución 0740, por la cual se da cumplimiento a la sentencia del 12 de diciembre de 2019, proferida por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Primera, Subsección "A", Expediente 25000-23-41-000-2018-00704-00 y se dictan otras disposiciones.* Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Instituto Colombiano Agropecuario (2023b). *Resolución 8390, por la cual se establecen los requisitos y el procedimiento para obtener la certificación en Buenas Prácticas Apícolas (BPAP) en los predios dedicados a la producción de la especie Apis mellifera.* Diario Oficial 52.456. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Instituto Colombiano de Antropología e Historia (2019). *Parques y áreas arqueológicas protegidas.* Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh). Recuperado de <https://n9.cl/j0a8p>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (1998). *Cera de abejas y cera sintética para la industria de cosméticos.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Incontec). <https://n9.cl/iu82o>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (2007). *Norma Técnica Colombiana NTC 1273: miel de abejas (2ª edición).* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Incontec). <https://n9.cl/llp35>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). <https://n9.cl/23v8d>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2017). *Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, periodo 1981-2010.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2011). *Resolución 070 de 2011, por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral.* Diario Oficial 47.986 Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Instituto Geografico Agustín Codazzi (2020). *Cartografía básica de Colombia: vías, escala 1:100.000.* Instituto Geografico Agustín Codazzi (IGAC).



- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2014). *Comportamiento del homicidio, Colombia, 2013*. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF). <https://n9.cl/qivwvx>
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2018). *Homicidio: Colombia 2018*. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (INMLCF). <https://n9.cl/b7x65>
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M., & Escriche, I. (2014). Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. *Food Res Int*, 60, 86-94. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.045>
- Gupta, R. (2014). Taxonomy and distribution of different honeybee species. En Gupta, R., Reybroeck, W., van Veen, J., & Gupta, A. *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security* (pp. 63-103). Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9199-1>
- Klingebiel, A.A. & Montgomery, P.H. (1961). *Land-capability classification: agriculture handbook n.º 210*. United States Department of Agriculture (USDA), Soil Conservation Service.
- Kurtz, H.E., Dittmer, J., Trauger, A., & Blue, S. (2020). Organic certification as assemblage: the case of Cuban honey. *Trans Inst Br Geogr*, 49(4), 299-313. DOI: <https://doi.org/10.1111/tran.12419>
- Laverde, J.C., Egea, L.M., Rodríguez, D.M. y Peña, J.E. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de las abejas y la apicultura en Colombia con énfasis en miel de abejas*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Universidad Nacional de Colombia, Grupo de Investigación y Desarrollo en Gestión, Productividad y Competitividad Biogestión. <https://n9.cl/5azst>
- MacArthur, R. H. & Wilson, E. O. (1967). *The theory of island biogeography*. Princeton University Press.
- Mackey, B. (2005). La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra. En Corcoran, P.B., Vilela, M. y Roerink, A. (Eds.) *La carta de la tierra en acción: hacia un mundo sostenible* (pp. 67-71). KIT Publishers BV.
- Mantilla, C. (1997). *Principios de apicultura africanizada*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias.
- Márquez, G. (2003). Ecosistemas estratégicos. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 46(135), 87-103. <https://n9.cl/giu80g>



- Martínez, T. (2006). *Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), Dirección de Cadenas Productivas, e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://n9.cl/gktbr>
- Matsuzawa, T., & Kohsaka, R. (2021). Status and trends of urban beekeeping regulations: a global review. *Earth*, 2(4), 933-942. DOI: <https://doi.org/10.3390/earth2040054>
- Michener, C.D. (2007). *The bees of the world* (2nd ed.). The Johns Hopkins University Press.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2012). *Resolución 0282 de 2012, por la cual se reconoce la Organización de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2016). *Cadena de las abejas y la apicultura*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). <https://n9.cl/wrcnm>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2017). *Resolución 0128 de 2017, por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria*. Diario Oficial 50.250. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADS).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2018). *Resolución 0261 del 2018, por medio de la cual se define la Frontera Agrícola Nacional y se adopta la metodología para la identificación general*. Diario Oficial 50.632. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019a). *Resolución 0299 del 2019, por la cual se delegan unas funciones en el Director General, en el Jefe de la Oficina de Tecnologías de Información y Comunicaciones y en el Director Técnico de Uso Eficiente del Suelo y Adecuación de Tierras de la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios – UPR*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2019b). *Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). <https://n9.cl/yg14n>



Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2021). *Cadena de abejas y la apicultura*. Dirección de Cadenas Pecuarias, Pesqueras y Acuícolas, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). <https://n9.cl/h387t>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2022a). *Resolución 0206 de 2022, por la cual se adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal en la cría de abejas (Apis mellifera) en el sector agropecuario*. Diario Oficial 52.092. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2022b). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales EVA*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) <https://n9.cl/arcawz>

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y 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*. Diario Oficial 51.883. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013a). *Resolución 1922 de 2013, por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2ª de 1959, y se toman otras determinaciones*. Diario Oficial 49.053. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013b). *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 2ª de 1959, y se toman otras determinaciones*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013c). *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 2ª de 1959, y se toman otras determinaciones*. Diario Oficial 49.053. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013d). *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*. Diario Oficial 49.053. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).



- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2013e). *Resolución 1926 de 2013, por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2ª de 1959, y se toman otras determinaciones.* Diario Oficial 49.053. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014a). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). <https://n9.cl/lympae>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014b). *Resolución 1275 de 2014, por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2ª de 1959, y se toman otras determinaciones.* Diario Oficial 49.255. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014c). *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.* Diario Oficial 49.255. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014d). *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 2ª de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés y se toman otras determinaciones.* Diario Oficial 49.255. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). *Resolución 0886 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.* Diario Oficial 50.603. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Ministerio del Medio Ambiente (1995). *Resolución 1602 de 1995, por medio de la cual se dictan medidas para garantizar la sostenibilidad de los manglares en Colombia.* Ministerio del Medio Ambiente (MMA).
- Ministerio de Salud y Protección Social (2013). *Resolución 2674 de 2013, por la cual se reglamenta el artículo 126 del Decreto Ley 019 de 2012 y se dictan otras disposiciones.* Diario Oficial 48.862. Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud).



- Ministerio de Salud y Protección Social (2022). *Resolución 1407 de 2022, por la cual se establecen los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas destinados para consumo humano*. Diario Oficial 52.120. Ministerio de Salud y Protección Social (Minsalud).
- Miranda, K.F., Palmera, K.J. y Sepúlveda, P.A. (2014). Abejas. *Info Zoa*, 6, 1-12. <https://n9.cl/o4896>
- Muñoz, J.P. (2021). *Manual para producción apícola: apicultura básica dirigida a a apicultores del municipio de Tapacarí*. Fondo Nacional de Desarrollo Integral, Gobierno Autónomo Municipal de Tapacarí. <https://n9.cl/rsqdn>
- Nates-Parra, G. (2011). Genética del comportamiento: abejas como modelo. *Acta Biol Colomb*, 16(3), 213-229. <https://n9.cl/380y2>
- Nates-Parra, G. (2016). Las colecciones entomológicas y las iniciativas de polinizadores. En G. Nates-Parra (Ed.). *Iniciativa colombiana de polinizadores: abejas ICPA* (pp. 2015-210). Universidad Nacional de Colombia, Laboratorio de Investigaciones en Abejas (Labun). <https://n9.cl/2jpiw>
- Odeh, I. (2008). Soil variation. In: W. Chesworth, & W. Chesworth (Eds.), *Encyclopedia of Soil Science* (pp. 705-707). Springer.
- Organización Internacional del Trabajo (2014). *Convenio Núm. 169 de la OIT sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes: declaración de las Naciones Unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas*. Organización Internacional del Trabajo (OIT), Oficina Regional para América Latina y el Caribe. <https://n9.cl/jkso>
- Organización Meteorológica Mundial y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Organización Meteorológica Mundial (OMM). <https://n9.cl/7k8qk>
- Organización Mundial de Sanidad Animal (2023). *Código sanitario para los animales terrestres. Título 9: Apinae*. Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). <https://n9.cl/7v73h>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1990). *Evaluación de tierras para la agricultura de regadío: directivas*. *Boletín de suelos* 55. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).



- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003). *Evaluación de tierras con metodologías de FAO: documento de trabajo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A. & 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, México. *Ocean Coast Manage*, 52(6), 317-323. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.03.004>
- Porter, M.E. (1980). *Competitive strategy: techniques for analyzing industries and competitors*. Free Press.
- Presidencia de la República de Colombia (1974). *Decreto 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Diario Oficial 34.243. Presidencia de la República de Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia (1977a). *Decreto 622 de 1977, por el cual se reglamentan parcialmente el capítulo V, título II, parte XIII, 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*. Diario Oficial 34.759. Presidencia de la República de Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia (1977b). *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*. Diario Oficial 34.827. Presidencia de la República de Colombia.
- Presidencia de la República de Colombia (1995). *Decreto 2164 de 1995, 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*. Diario Oficial 42.140. Presidencia de la República de Colombia.



Presidencia de la República de Colombia (2002). *Decreto 833 de 2002, por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico Nacional y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial 44.786. Presidencia de la República de Colombia.

Presidencia de la República de Colombia (2007). *Decreto 3600 de 2007, 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*. Diario Oficial 46.757. Presidencia de la República de Colombia.

Presidencia de la República de Colombia (2010). *Decreto 2372 de 2010, 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*. Diario Oficial 47.757. Presidencia de la República de Colombia.

Presidencia de la República de Colombia (2011). *Decreto-Ley 4145 de 2011, por el cual se crea la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios -UPRA- y se dictan otras disposiciones*. Diario Oficial 48.242. Presidencia de la República de Colombia.

Presidencia de la República de Colombia (2012a). *Decreto 1640 de 2012, 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*. Diario Oficial 48.510. Presidencia de la República de Colombia.

Presidencia de la República de Colombia (2012b). *Decreto 19 de 2012, por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la Administración Pública*. Diario Oficial 48.308. Presidencia de la República de Colombia



- Presidencia de la República de Colombia (2015). *Decreto 1076 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Diario Oficial 49.523. Presidencia de la República de Colombia.
- Princen, S.A., Oliveira, R.C., Ernst, U.R., Millar, J.G., van Zweden, J.S., & Wenseleers, T. (2019). Honeybees possess a structurally diverse and functionally redundant set of queen pheromones. *Proc R Soc B*, (286), 20190517. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2019.0517>
- Renard, K.G., McCool, D.K., Cooley, K.R., Foster, G.R., Istok, J.D. & Mutchler, C.K. (1997). Rainfall-runoff erosivity factor (R). In: Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., & Yoder, D. C. (Coods.). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)* (pp. 19-64). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Requier, F., Antúnez, K., Morales, C.L., Aldea, P., Castilhos, D., Garrido, P.M., Giacobino, A., Reynaldi, F.J., Rosso, J.M., Santos, E., & Garibaldi, L.A. (2018). Trends in beekeeping and honey bee colony losses in Latin America. *J Apic Res*, 57(5), 657-662. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2018.1494919>
- Rodiek, J. (2009). Landscape an urban planning cover for 2009. *Landsc Urban Plan*, 89(1-2), 1-2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.10.001>
- Rodríguez-Castañeda, C., Espitia, E., Castro, L., Azabache, L., Anzueta, K., & Ostos, M.E. (2021). *Conformación de comités regionales: herramientas de apoyo según experiencia Vichada como parte de la Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura (CPAA)*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Proyecto Transformando la OriNoquia con la Integración de los beneficios de la Naturaleza en Agendas sostenibles (Tonina). <https://n9.cl/8ou4d>
- Rodríguez, F. (2011). *Apicultura para pequeños emprendedores: manual teórico-práctico para el manejo comercial de la abeja y de la miel*. Ediciones Continente.
- Rossiter, D. (2009). Land evaluation: towards a revised framework; Land and Water Discussion Paper 6, FAO. FAO, Rome (2007), 107 pp., ISSN: 1729-0554; Only available in PDF format as www.fao.org/nr/lman/docs/lman_070601_en.pdf; free. *Geoderma*, 148(3-4), 428-429. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.11.001>



- Saaty, T.L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: planning, priority setting, resource allocation*. McGraw Hill International Book Co.
- Sánchez, O.A., Castañeda, P.C., Muñoz, G y Téllez, G. (2013). Aportes para el análisis del sector apícola colombiano. *CienciAgro*, 2(49), 469-483. <https://n9.cl/ghfuwo>
- Santamaría, A.R. (2009). *Diagnóstico productivo y comercial de la cadena apícola de los programas para la sustitución de cultivos ilícitos y desarrollo alternativo de Acción Social y UNODC*. Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito (UNODC), Agencia Presidencial para la Acción Social y la Cooperación Internacional ACCIÓN SOCIAL.
- Servicio Geológico Colombiano (2015). *Mapa de amenaza volcánica*. Servicio Geológico Colombiano (SGC), Motor de Integración Información Geocientífica (MIIG). <https://n9.cl/vnk80>
- Servicio Geológico Colombiano (2016). *Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa*. Servicio Geológico Colombiano (SGC). <https://n9.cl/uwyv>
- Silva, D., Arcos, A.L. y Gómez, J.A. (2006). *Guía ambiental apícola*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). <https://n9.cl/6nxim>
- Siraj, S., Mikhaililov, L., & Keane, J.A. (2013). PriEsT: an interactive decision support too to estimate priorities from pairwise comparison judgments. *Int Trans Oper Res*, 22(2), 217-235. DOI: <https://doi.org/10.1111/itor.12054>
- Soil Science Society of America (2018). *Glossary of soil science terms*. Soil Science Society of America (SSSA). <https://n9.cl/aeca3>
- Tejeda-Rico, G.E., González, S.J., Miranda, K.F., Palmera, K.J., Carbonó, E.C. y Sepúlveda-Cano, P. (2019). Flora con potencial apícola asociada a plantaciones orgánicas de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en el departamento del Magdalena. *Palmas*, 40(4), 13-28. <https://n9.cl/f29mp>
- Tibatá, V.M., Arias, E., Corona, M., Ariza, F., Figueroa-Ramirez, J., & Junca, H. (2018). Determination of the Africanized mitotypes in populations of honey bees (*Apis mellifera* L.) of Colombia. *J Apic R*, 57(2), 219-227. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1409065>
- Tibatá, V.M., Sánchez, A., Palmer-Young, E., Junca, H., Solarte, V.M., Madella, S., Ariza, F., Figueroa, J., & Corona, M. (2021). Africanized honey bees in Colombia exhibit high prevalence but low level of infestation of Varroa mites and low prevalence of pathogenic viruses. *PLoS One*, 16(5), e0244906. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244906>



- Tischendorf, L. & Fahrig, L. (2000). How should we measure landscape connectivity? *Landsc Ecol*, 15, 633-641. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1008177324187>
- TradeMap (2023). *Imports: 0409-natural honey*. International Trade Centre. <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria y Universidad Nacional de Colombia (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional: metodología a escala general (1:100.000)*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/36447>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2014). *Metodología de zonificación de aptitud para plantaciones forestales a escala semidetallada 1:25.000*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1.100.000*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2015). *Mercado de Tierras rurales productivas en Colombia: caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2016). *Metodología de zonificación de aptitud para plantaciones forestales comerciales a escala semidetallada (1:25.000)*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2024). *Frontera agrícola: actualización V4.1*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).
- Vásquez, R.E, Martínez, R.A, Ortega, N.C. y Maldonado, W.D. (2021). *Conceptos fundamentales de producción apícola* (2ª ed.). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7404104>
- Vásquez, R.E. y Tello, J.E. (1995). *Producción apícola*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y Fondo de Empleados de Instituciones y Empresas Colombianas del Sector Agropecuario (Corveica).
- Vásquez, R.E., Martínez, R. A., Ortega, N.C. y Maldonado, W.D. (2012). *Manual técnico de apicultura: abeja (Apis mellifera)*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <https://n9.cl/22bwys>



- Velandia, M. Restrepo, S. Cubillos, P. Aponte, A. y Silva, L.M. (2012). *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Vélez, L.A. y Gómez, A. (2008). Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje. *Arbor*, 184(729), 31-44. DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i729.159>
- Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). <https://n9.cl/a7ovx>
- Vit, P. (2004). Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: miel, polen y propóleos. *INHRR*, 35(2), 32-39. <https://n9.cl/f7k9q>
- World Commission on Environment and Development (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: our common future. World Commission on Environment and Development (WCED), United Nations (UN). <https://n9.cl/d7u9y>



7. Fichas metodológicas

Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico.....	150
1.1. Criterio características edáficas asociadas a la diversidad florística	150
1.2. Criterio condiciones climáticas que favorecen el pecoreo.....	154
1.2.1. Variable temperatura media anual	157
1.2.2. Variable precipitación total anual.....	160
1.3. Criterio características del terreno para las labores apícolas.....	163
1.3.1. Variable pendiente	168
1.3.2. Variable longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)	171
1.3.3. Variable drenaje natural	174
1.3.4. Variable microrrelieve	177
1.4. Criterio amenazas naturales para los apiarios	180
1.4.1. Variable susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS	187
1.4.2. Variable susceptibilidad de inundaciones.....	190
1.4.3. Variable exposición a las mareas	193



1.4.4.	Variable susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios.....	196
1.4.5.	Variable amenaza volcánica.....	203
2.	Fichas metodológicas del componente socioecosistémico	205
2.1.	Criterio potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura	205
2.1.1.	Variable potencialidad de la flora apícola natural.....	210
2.1.2.	Variable potencialidad de la flora apícola cultivada.....	216
2.2.	Criterio potencial de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales	222
2.3.	Criterio áreas de presión sobre la apicultura	233
2.3.1.	Variable usos del suelo que afectan la apicultura	243
2.3.2.	Variable condiciones geográficas que afectan la apicultura.....	251
2.3.3.	Variable infraestructura que afecta la apicultura	257
2.4.	Criterio integridad ecológica	267
2.4.1.	Variable fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN).....	274
2.4.2.	Variable índice de naturalidad (INAT).....	286
2.4.3.	Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES).....	290
2.5.	Criterio competencia con polinizadores naturales	299
2.5.1.	Variable distribución geográfica de polinizadores naturales	307
2.5.2.	Variable plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con Apis mellifera.....	317
3.	Fichas metodológicas del componente socioeconómico	325
3.1.	Criterio infraestructura productiva	325
3.1.1.	Variable existencia de apiarios.....	329
3.1.2.	Variable plantas de procesamiento	333
3.2.	Criterio disponibilidad de mano de obra	336
3.2.1.	Variable densidad de la población rural en edad de trabajar (PET).....	341
3.2.2.	Variable tradición apícola	346
3.2.3.	Variable oferta educativa universitaria.....	351
3.2.4.	Variable oferta educativa técnica y tecnológica.....	356



3.2.5. Variable oferta educativa no formal.....	360
3.3. Criterio asociatividad e institucionalidad	365
3.3.1. Variable asociaciones y comités	369
3.3.2. Variable Agrosavia	373
3.3.3. Variable ICA.....	376
3.4. Criterio infraestructura, bienes y servicios	379
3.4.1. Variable centros mayoristas	383
3.4.2. Variable centros de servicios.....	386
3.4.3. Variable vías.....	389
3.4.4. Variable cobertura de internet móvil	392
3.4.5. Variable energía eléctrica rural.....	398
3.5 Criterio dinámica del mercado de tierras	408
3.5.1. Variable tamaño predial rural	414
3.5.2. Variable avalúo catastral rural.....	418
3.5.3. Variable arriendo rural.....	424
3.5.4. Variable tendencia a la formalidad rural	430
3.5.5. Variable densidad predial con mayor interacción antrópica	437
3.6. Criterio seguridad ciudadana	441
3.6.1. Variable hurtos rurales	445
3.6.2. Variable extorsiones rurales	450
3.6.3. Variable homicidios rurales.....	455
3.6.4. Variable secuestros rurales.....	460
3.7. Criterio indicadores económicos	465
3.7.1. Variable créditos otorgados.....	470
3.7.2. Variable zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	474
3.7.3. Variable programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET)	477
3.7.4. Variable valor agregado pecuario municipal.....	481
3.7.5. Variable desempeño municipal	489
3.8 Criterio condiciones de vida	499



3.8.1. Variable condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos.....	504
3.8.2. Variable condiciones educativas del hogar.....	510
3.8.3. Variable trabajo.....	515
3.8.4. Variable salud.....	520
3.8.5. Variable condiciones de la niñez y de la juventud.....	525
4. Fichas metodológicas de restricciones legales.....	530
4.1. Criterio restricciones legales.....	530
4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos).....	540
4.1.2. Variable áreas protegidas.....	543
4.1.3. Variable planes de ordenación forestal.....	548
4.1.4. Variable parques arqueológicos.....	552
4.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipo A.....	555
5. Fichas metodológicas de condicionantes legales.....	558
5.1. Criterio condicionantes legales.....	558
5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical).....	564
5.1.2. Variable áreas protegidas.....	569
5.1.3. Variable planes de ordenación forestal.....	575
5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C.....	579
5.1.5. Variable distinciones internacionales.....	583
5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social.....	588
5.1.7. Variable áreas en páramos que por cobertura se clasifican en usos agropecuarios.....	595
5.1.8. Variable gestión de riesgo.....	598



1. Fichas metodológicas del componente físico

1.1. Criterio características edáficas asociadas a la diversidad florística

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
CRITERIO: <i>características edáficas asociadas a la diversidad florística</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
El criterio no presenta variables.		
DEFINICIÓN		
<p>Características del medio edáfico que inciden en la abundancia tanto de las flores como de las especies que florecen. La diversidad es una función del número de especies presentes, expresada en riqueza o abundancia, y la uniformidad (igualdad o equidad de especies) con la que los individuos se distribuyen entre estas especies (Hurlbert, 1971).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>Considera las relaciones químicas en la zona radicular de la planta con el suelo, de cara a las posibilidades de aporte de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas.</p> <p>En la medida que se presente mayor diversidad florística, las abejas tienen más posibilidades de obtener algún beneficio de los diferentes hábitats para suplir algunas de las etapas en la producción apícola (miel, polen). Igualmente, se puede hacer planificación de las labores en el apiario y la elaboración de los calendarios apícolas (Silva y Restrepo, 2012; Sanchez, 1996; Mendoza y Ramírez, 2000).</p> <p>La producción de néctar varía por influencia de factores genéticos, climáticos y condiciones de suelo. Se ha señalado la influencia del fósforo y el potasio en la síntesis de azúcares. De igual forma, es importante el contenido de agua del suelo ya que influye en forma directa sobre la cantidad de néctar producido. Además, se debe reconocer que una especie muy importante en una determinada región no tiene por qué serlo en otra, ya que el recurso que aporta varía ampliamente con las condiciones de clima y suelo; y además pueden existir otras especies que aporten mayor o mejor recurso, que no estén presentes en el primer lugar considerado. (Instituto de Desarrollo Agropecuario y Pontificia Universidad de Chile, 2016).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		



Los suelos denominados *Histosoles*, se califican como no aptos (N1), debido a las implicaciones en la liberación de gases de efecto invernadero, especialmente suelos orgánicos de los páramos y humedales que no han sido intervenidos (no han sido drenados ni mecanizados), lo cual también conlleva, a la pérdida de biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos de regulación hídrica, reservorios de carbono y fijación de nitrógeno (MinAmbiente, 2020).

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomaron los suelos de acuerdo con el orden taxonómico correspondiente, para identificar los lugares donde se encuentran los elementos nutrientes de las plantas como la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, al igual que otros que pueden resultar tóxicos como los contenidos de aluminio y la calificación cuantitativa de sales y sodio.

Las clases taxonómicas de los suelos se extrajeron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014) y se establecieron grupos que homogenizan las clases de aptitud.

El criterio se construyó representando las características químicas de los suelos, tanto las que proporcionan fertilidad, como las que pueden significar toxicidad cuando se encuentran en altas concentraciones.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para la diversidad de especies florísticas se evaluaron en conjunto los suelos que aportan fertilidad a los mismos y los que pueden ser tóxicos cuando las concentraciones de sus componentes son muy altas.

Criterio	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
<i>Características edáficas asociadas a la diversidad florística</i>	Clases taxonómicas de los suelos	Resto de taxonomías	Orden Spodosoles Suborden Udox Suborden Udufts Suborden Aquents Suborden Aquepts	Orden Psamments Orden Aridisoles Suborden Ustox Suborden Ustults Gran grupo Petraquepts	Histosoles



			Subgrupo Oxic Dystrudepts	Subgrupo Oxic Dystrustepts	
--	--	--	---------------------------------	----------------------------------	--

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con las diferentes consultas realizadas con los apicultores y con reportes de literatura especializada.

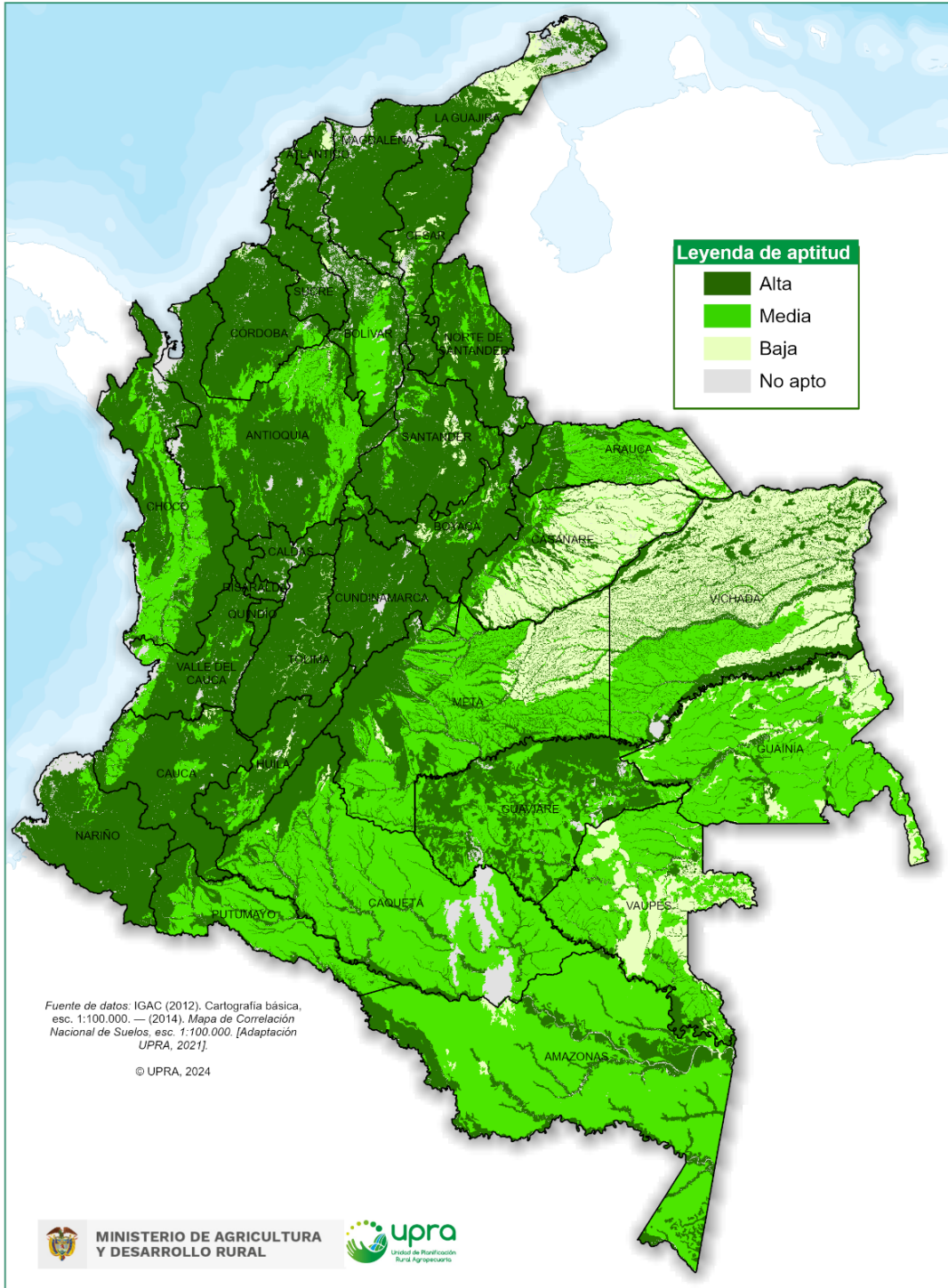
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Hurlbert, S. (1971). The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology*, 52, 577-586. Recuperado de: <https://typeset.io/pdf/the-nonconcept-of-species-diversity-a-critique-and-of12plfq8.pdf>
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y Pontificia Universidad de Chile. 2016. Manual apícola. Ministerio de Agricultura. Recuperado de: <https://agronomia.uc.cl/151-manual-apicola-indap-uc/file>
- Mendoza H. y Ramírez B. (2000). Plantas con flores de la planada. Guía ilustrada de familias y géneros. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Fundación para la Educación Superior - Social, Fondo Mundial para la Naturaleza. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Bernardo-Ramirez-Padilla/publication/305566583_Plantas_con_flores_de_La_Planada/links/5794230d08aec89db7998ef6/Plantas-con-flores-de-La-Planada.pdf
- MinAmbiente. (2020). Plan nacional de adaptación al cambio climático. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc/plan-nacional-de-adaptacion-al-cambio-climatico-pnacc>.
- Sanchez, D. (1996). Calendarios apícolas para el suroeste antioqueño. Recuperado de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/21095>.
- Silva, L. y Restrepo, S. (2012). Compendio de calendarios apícolas de Cauca, Huila y Bolívar. Bogotá, Instituto Alexander von Humboldt. 52 p. Recuperado de: <https://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31385/197.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- USDA. (1961). Land-capability classification. Agriculture handbook No. 210. EUA: Soil conservation service USDA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





1.2. Criterio condiciones climáticas que favorecen el pecoreo

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: físico	SUBCOMPONENTE: climático	
CRITERIO: <i>condiciones climáticas que favorecen el pecoreo</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Temperatura media anual</i>, expresada en grados centígrados. <i>Precipitación total anual</i>, expresada en mm/año.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Propiedades del sistema climático (definidos como <i>variables</i>), que interactúan en las capas inferiores de la atmósfera y afectan la actividad de pecoreo realizado por las abejas (FAO, 1976; UPRA, 2013).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Las condiciones climáticas se constituyen en un factor determinante en la apicultura, ya que de estas depende la actividad de pecoreo de las abejas para la producción de néctar, mielatos, mielatos y polen (IAVH, 2012; Medina-Cuéllar, 2014).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>Se generan inconvenientes para conocer la distribución espacial detallada y actualizada del clima en algunas regiones con apicultura en el país, debido a que no está disponible la normal climatológica 1981 - 2010 de algunas estaciones meteorológicas operadas por el Ideam, que registran los diferentes parámetros del clima, como por ejemplo la precipitación.</p>		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>El criterio se definió por medio de un árbol de decisión, donde se integraron las variables temperatura media del aire y <i>precipitación total anual</i>, construidas a partir de las normales climatológicas 1981 y 2010 del Ideam.</p>		
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD		
<p>Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud, con base en la comparación de rangos de las dos variables, a través de un árbol de decisión, así:</p>		



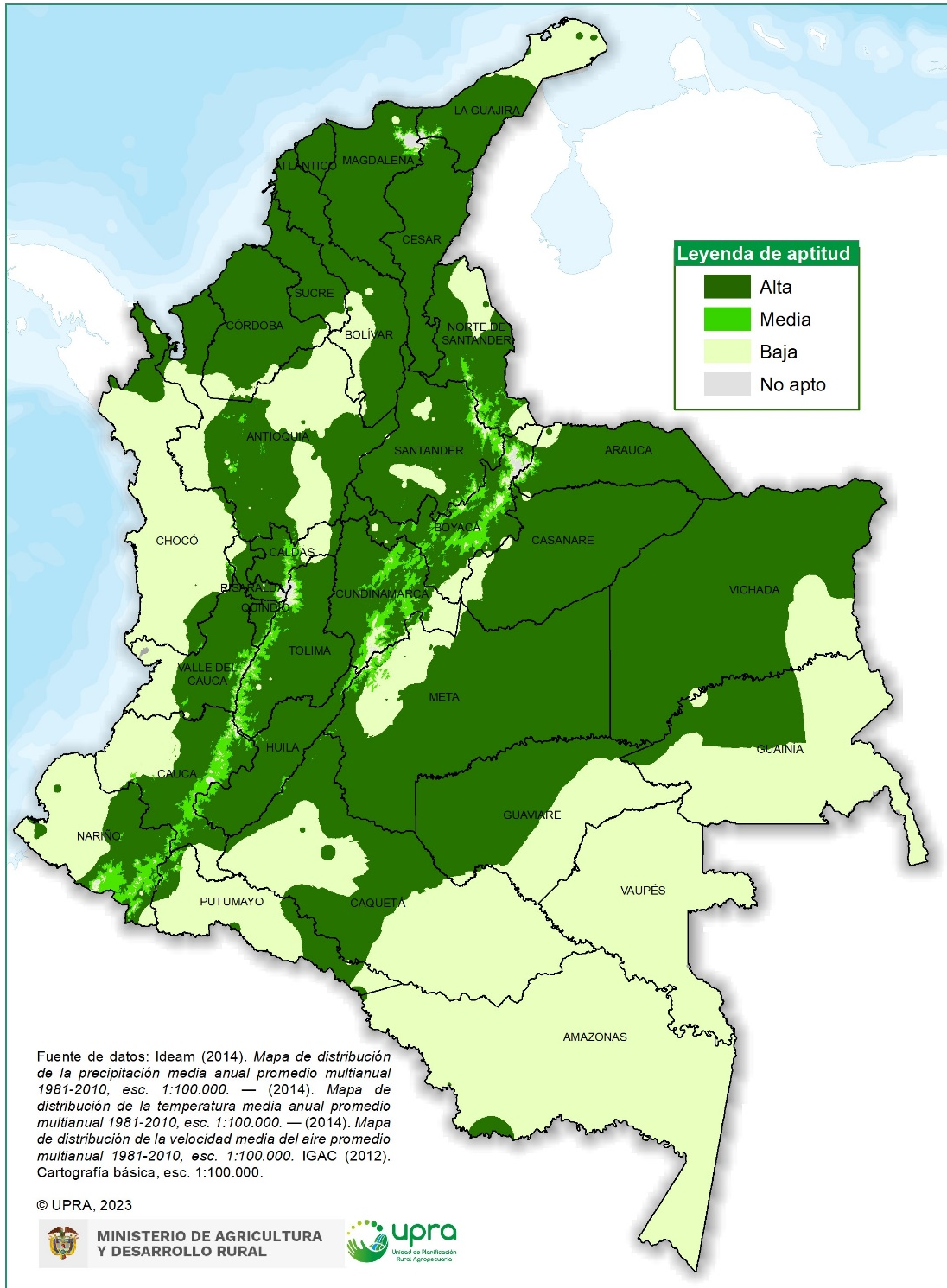
<i>Temperatura media anual (°C)</i>	<i>Precipitación total anual (mm/año)</i>	<i>Aptitud</i>
A1	A1	A1
	A2	A1
	A3	A3
A2	A1	A2
	A2	A2
	A3	A3
A3	A1	A3
	A2	A3
N1	Sin distrito	N1
Cualquiera	Con distrito	A1

FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (1976). A framework for land evaluation. (FAO, Ed.) Soils bulletin 32. Rome 1976. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/x5310e/x5310e00.htm>.
- Ideam. (2001). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2017). 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.
- Medina-Cuéllar, S. (2014). Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, núm. 2, mayo-agosto, 2014, p. 159-165. Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México.
- Silva, L. y Restrepo, S. (2012). Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad (compilación y edición). – Bogotá Colombia: Instituto Humboldt.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá: UPRA



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





1.2.1. Variable *temperatura media anual*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Climático	
CRITERIO ASOCIADO: Condiciones climáticas que fovorecen el pecoreo		
VARIABLE: <i>temperatura media anual</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Grados centígrados (°C)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Medida del estado térmico del aire con respecto a la habilidad de transmitir calor alrededor. Depende de la latitud y de la altitud, y se suele tomar como un índice de balance calórico expresado en grados centígrados (Ideam, 2001).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>La temperatura del aire ejerce un efecto en todos los procesos fisiológicos de las abejas. La frecuencia de la actividad de pecoreo por parte de las abejas está influenciada por un rango de temperatura. Los efectos acumulativos de la temperatura tienen directa incidencia en el crecimiento y desarrollo de la colmena.</p> <p>Para la zonificación es fundamental conocer la distribución espacial anual de la temperatura del aire ya que es la base para establecer áreas con condiciones térmicas diferenciales, lo cual permite diferenciar zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apto (N1) para la apicultura.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Se consideró que temperaturas inferiores a 5 °C limita la actividad de pecoreo de las abejas.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La base de datos de la variable, utilizada para el cálculo en todo el territorio nacional, solamente cubre hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición térmica actual del país.</p>		
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 2017, escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.

Se realizó la 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.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los valores asignados para la construcción de rangos de temperatura se realizaron según los requerimientos térmicos de la actividad apícola.

Grados centígrados (°C)	Aptitud
>12	Alta (A1)
8 - 12	Media (A2)
5 - 8	Baja (A3)
<5	No apta (N1)

Unidad de análisis

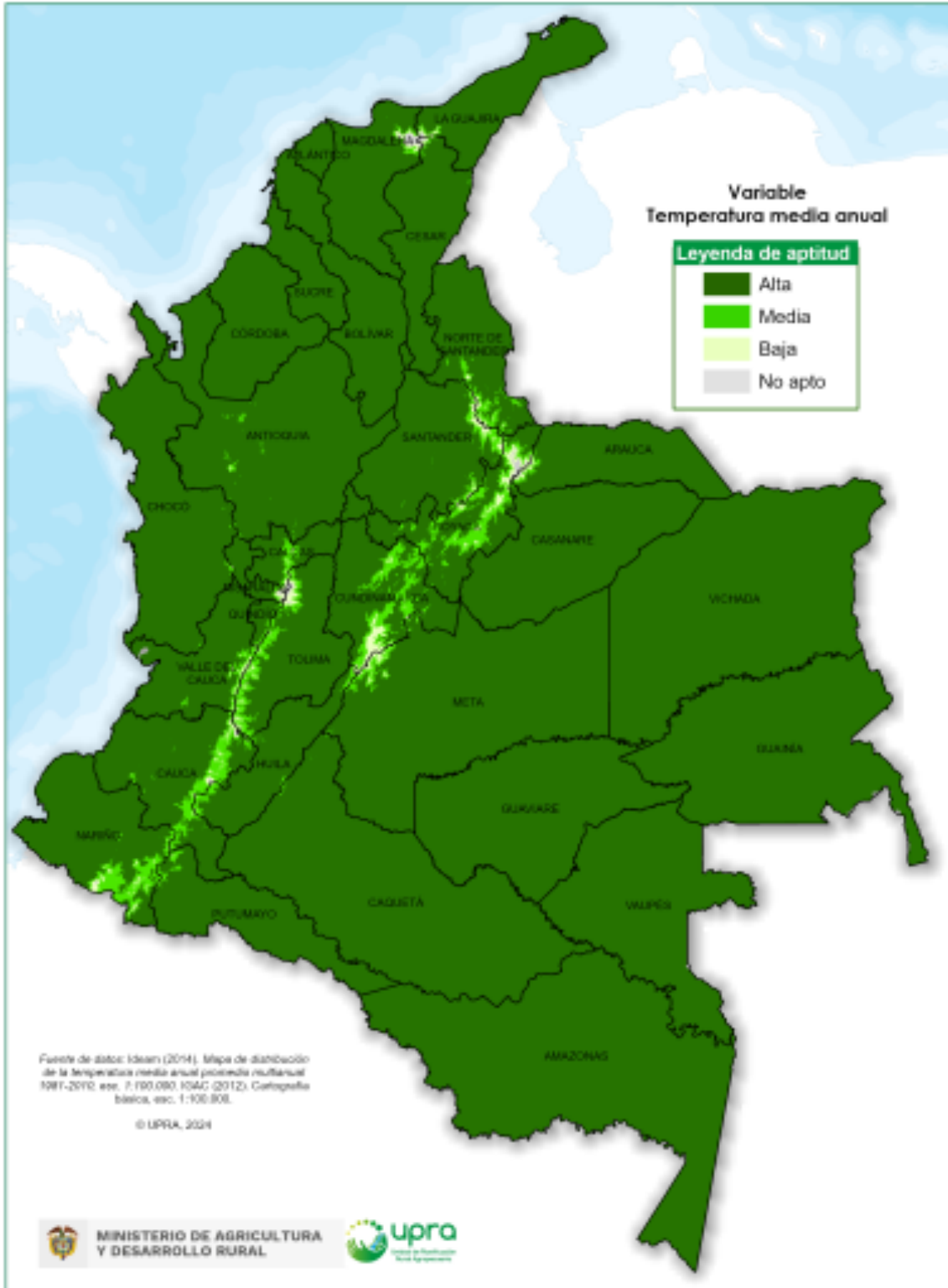
Distribución de la temperatura media anual en el territorio nacional

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2017). Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Medina-Cuéllar, S. (2014). Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, núm. 2, mayo-agosto, 2014. p. 159-165 Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México.
- Silva, L. y Restrepo, S. (2012). Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad (compilación y edición). – Bogotá: Instituto Humboldt.
- UPRA. (2013). Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Metodología a escala general (1:100.000). Bogotá D.C.: UPRA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.2.2. Variable *precipitación total anual*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Climático	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condiciones climáticas que favorecen el pecoreo</i>		
VARIABLE: <i>precipitación total anual</i>	UNIDAD DE MEDIDA: milímetros/año (mm/año)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Fenómeno atmosférico que consiste en una precipitación acuosa en forma de gotas de un diámetro que oscila entre 0,5 y 7 milímetros, y que caen a una velocidad de 3 metros por segundo (Ideam, 2017).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>La lluvia sirve para establecer las épocas secas y lluviosas, a su vez, que interactúan directamente con la actividad de pecoreo de las abejas; a mayores precipitaciones menor tiempo efectivo de pecoreo. Para el presente estudio de zonificación conocer la distribución espacial de la precipitación a nivel anual, es fundamental para determinar áreas con irrigaciones pluviométricas diferenciales, que permiten establecer zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apta (N1) para el desarrollo apícola.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>No se estableció valor de exclusión técnica (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>No se dispone de una base de datos actualizada y normalizada de la información de la precipitación de todo el territorio nacional generado por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010. La base de datos de la variable, para todo el territorio nacional, solamente tiene información hasta el 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición pluviométrica actual del país.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>La información de base para las unidades pluviométricas se tomó del mapa de isohietas anuales elaborado por el Ideam, en 2017, escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.</p>		



Se realizó la 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.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos de aptitud establecidos para esta variable son los siguientes.

<i>Precipitación total anual (mm/año)</i>	<i>Aptitud</i>
500 - 1.800	Alta (A1)
1.800 - 3.000	Media (A2)
<500 y >3.000	Baja (A3)
-	No apto (N1)

Unidad de análisis

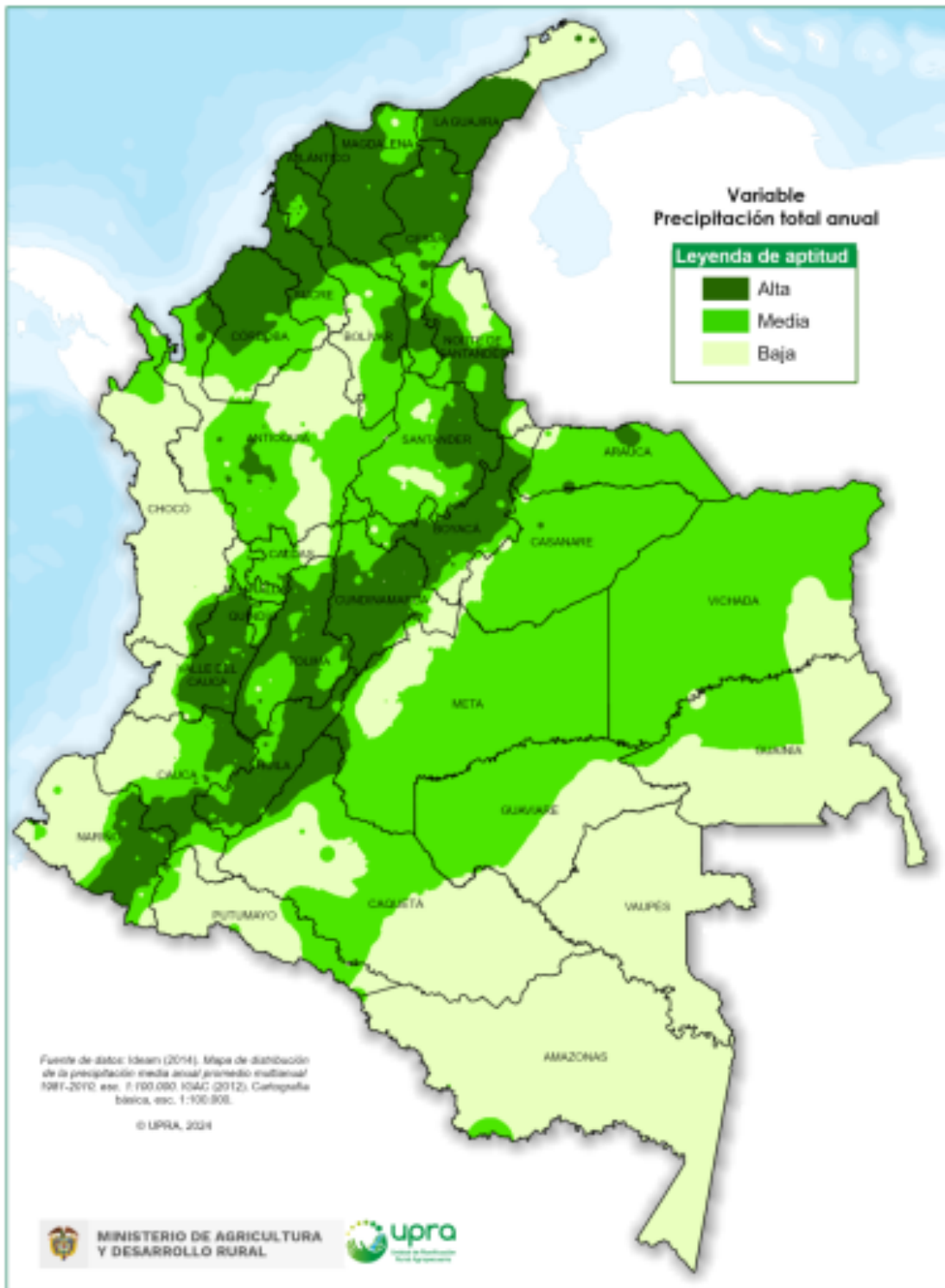
Distribución de la precipitación total anual en el territorio nacional

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2017). 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.
- Medina-Cuéllar, S. (2014). Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, núm. 2, mayo-agosto, 2014, pp. 159-165 Universidad Autónoma Chapingo Chapingo, México.
- Silva, L. y Restrepo, S. (2012). Flora apícola: determinación de la oferta floral apícola como mecanismo para optimizar producción, diferenciar productos de la colmena y mejorar la competitividad (compilación y edición). – Bogotá Colombia: Instituto Humboldt.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.3. Criterio características del terreno para las labores apícolas

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
CRITERIO: <i>características del terreno para las labores apícolas</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Pendiente</i>, expresada en porcentaje.</p> <p><i>Longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)</i>, expresado en rangos de 0 a 100.</p> <p><i>Drenaje natural</i>, expresado en clase de drenaje.</p> <p><i>Microrrelieve</i>, expresado en clase de microrrelieve.</p>		
DEFINICIÓN		
Características del suelo donde se desarrollan las actividades relacionadas con la apicultura para obtener productos como miel, propóleo, cera y polen.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
Las características de los terrenos donde se instalan los apiarios, determinan la facilidad y rapidez con que se pueden ejecutar las labores relacionadas con las colonias y su respectivo beneficio.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Se consideran rangos no aptos (N1), lugares donde el drenaje natural se determina como muy pobre, ya que el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie la mayor parte del año.		
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que, dentro de la misma, existen áreas de diversos tamaños que tienen calificaciones distintas al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Para la evaluar la pendiente, el microrrelieve y el drenaje natural, se utilizó el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Para el mapa de la pendiente se utilizaron las fases cartográficas, y para el cálculo del factor LS, se utilizó el modelo de elevación (DEM) de 30 metros.		



La calificación que se consideró en cada una de las variables es:

Criterio	Variable	Unidad	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Características del terreno para las labores apícolas	<i>Pendiente</i>	%	< 25	25 - 75	> 75	-
	<i>Longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)</i>	Rangos adimensionales de 0 a 100	< 5	5 - 10	> 10	-
	<i>Drenaje natural</i>	Clase de drenaje	Bien drenado, moderado, moderadamente excesivo	Imperfecto, excesivo	Pobre	Muy pobre
	<i>Microrrelieve</i>	Clase de microrrelieve	Sin microrrelieve	Escarceos, gilgai	Zurales	-

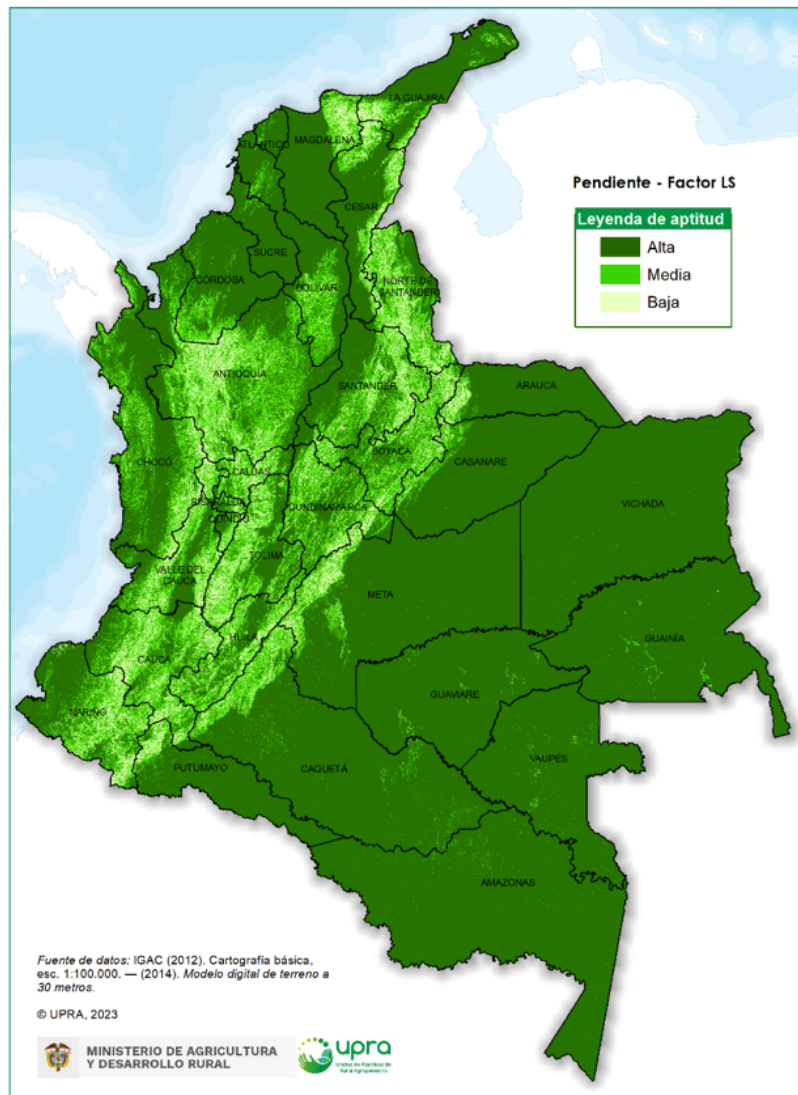
Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con las diferentes consultas realizadas a los apicultores.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para discriminar los diferentes niveles de aptitud, se evaluaron por separado la relación de la pendiente con el factor LS y luego, para conformar el criterio, se unió con las otras dos variables (*drenaje natural* y *microrrelieve*).

Para la correlación de la pendiente y el factor LS se construyó una tabla de decisión de la siguiente manera:

<i>Pendiente – Factor LS</i>		
Pendiente	LS	Aptitud
≤ 25	< 5	A1
	5-10	A2
	> 10	A3
25 – 75	< 5	A2
	5-10	A2
	> 10	A3
>75	< 5	A2
	5-10	A3
	> 10	A3



Posteriormente, para construir el criterio, se correlacionaron estos rangos mediante un árbol de decisión frente a las otras características de los terrenos.

Calificación del criterio			
Pendiente - LS	<i>Drenaje natural</i>	<i>Microrrelieve</i>	Aptitud
A1	Bien drenado, moderado, moderadamente excesivo	Sin microrrelieve	A1
		Escarceos, Gilgai	A2
		Zurales	A3
	Imperfecto, excesivo	Sin microrrelieve	A1
		Escarceos, Gilgai	A2
		Zurales	A3



		Pobre	Sin microrrelieve	A3			
			Escarceos, Gilgai	A3			
			Zurales	A3			
	A2	Bien drenado, moderado, moderadamente excesivo		Sin microrrelieve	A2		
				Escarceos, Gilgai	A2		
				Zurales	A3		
		Imperfecto, excesivo		Sin microrrelieve	A2		
				Escarceos, Gilgai	A2		
				Zurales	A3		
		Pobre		Sin microrrelieve	A3		
				Escarceos, Gilgai	A3		
				Zurales	A3		
		Muy pobre		Cualquiera	N1		
				Bien drenado, moderado, moderadamente excesivo		Sin microrrelieve	A3
						Escarceos, Gilgai	A3
Zurales	A3						
A3	Imperfecto, excesivo		Sin microrrelieve	A3			
			Escarceos, Gilgai	A3			
			Zurales	A3			
	Pobre		Sin microrrelieve	A3			
			Escarceos, Gilgai	A3			
			Zurales	A3			
	Muy pobre		Cualquiera	N1			

Unidad de análisis

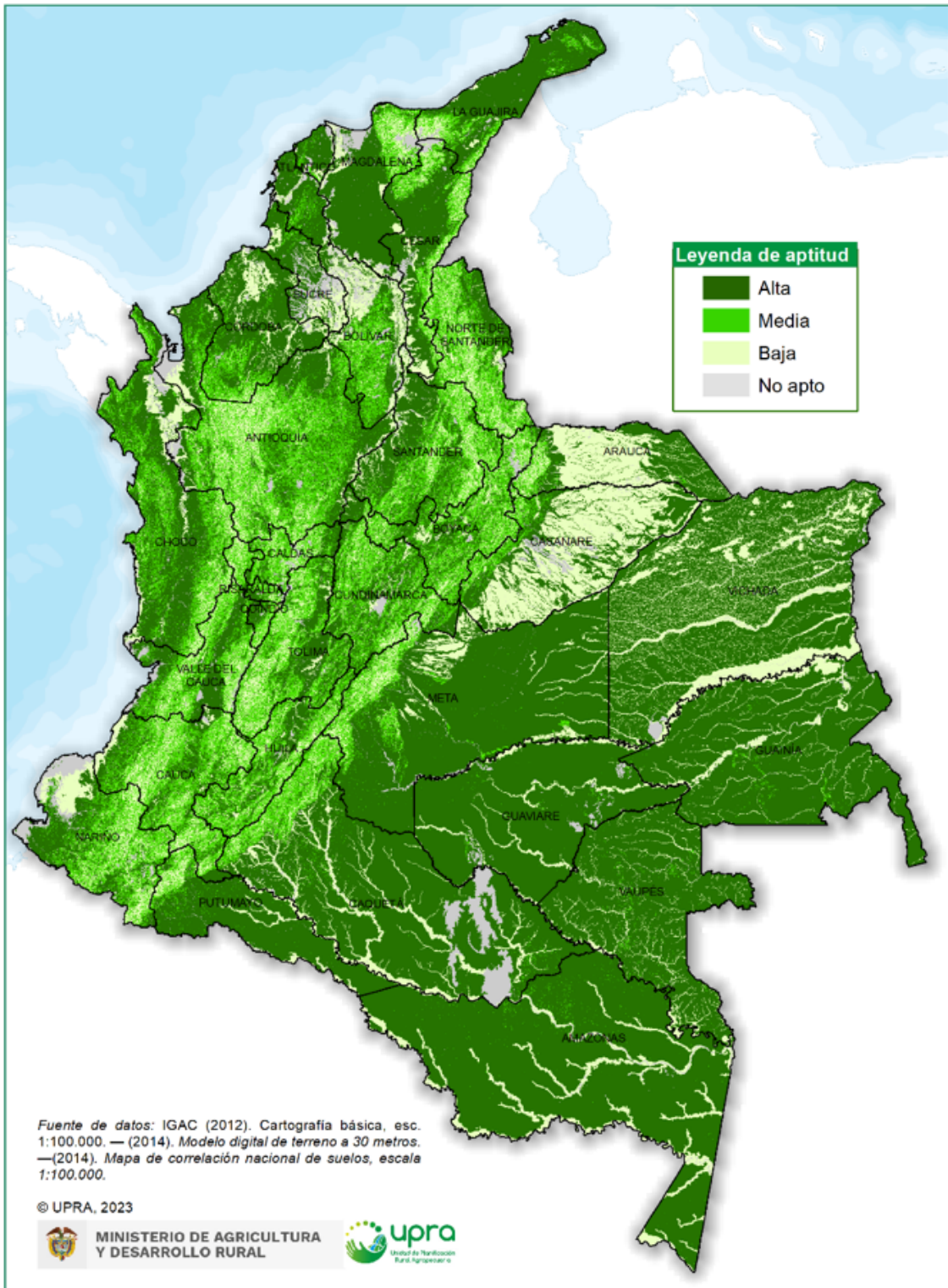
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC. Recuperado de: <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31385/197.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





1.3.1. Variable *pendiente*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE																		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola																
COMPONENTE: Físico		SUBCOMPONENTE: Edáfico																
Criterio: <i>características del terreno para las labores apícolas</i>																		
VARIABLE: <i>pendiente</i>		UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)																
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica																	
	Análisis jerárquico	✓																
	Restricción legal																	
	Condicionante legal																	
DEFINICIÓN																		
Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, usualmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America [SSSA], 2018).																		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																		
Tiene efecto directo en la accesibilidad a los terrenos y el traslado de los elementos de y hacia las colonias, por lo tanto, afecta la eficiencia en la adecuación, mantenimiento y aprovechamiento de las colmenas.																		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																		
No hay rango de pendiente que se consideren como no apto (N1) para el establecimiento de colonias apícolas.																		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																		
El uso de las fases cartográficas por pendiente a la escala 1:100.000, implica que en un polígono determinado se encuentran áreas pequeñas que pueden tener mayor o menor pendiente a la dominante, las cuales indican diferencias en el manejo del suelo.																		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																		
El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se manejaron de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010), según la siguiente tabla:																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase compuesta</th> <th>Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Plana</td> <td>0-3</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente ondulada</td> <td>3-7</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente ondulada o ligeramente quebrada</td> <td>7-12</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente ondulada o moderadamente quebrada</td> <td>12-25</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente escarpada o fuertemente quebrada</td> <td>25-50</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente escarpada o moderadamente empinada</td> <td>50-75</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente escarpada o fuertemente empinada</td> <td>>75</td> </tr> </tbody> </table>			Clase compuesta	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
Clase compuesta	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																	



El proceso de generación del mapa de pendientes se basó en el uso de las fases de pendiente que se encuentran en el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), en combinación con el modelo del terreno SRTM de 30 metros, a partir del 25 %.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Esta variable presenta rangos de aptitud de acuerdo con la dificultad que se presente para realizar las prácticas culturales, en las diferentes labores de los apiarios (Agrosavia, 2012; Crozier, J. O, 2019; secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (s.f.)), así:

Variable	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Pendiente	%	< 25	25 – 75	> 75	-

Los rangos de aptitud de la variable están dados de acuerdo con las diferentes consultas realizadas con los apicultores.

Unidad de análisis

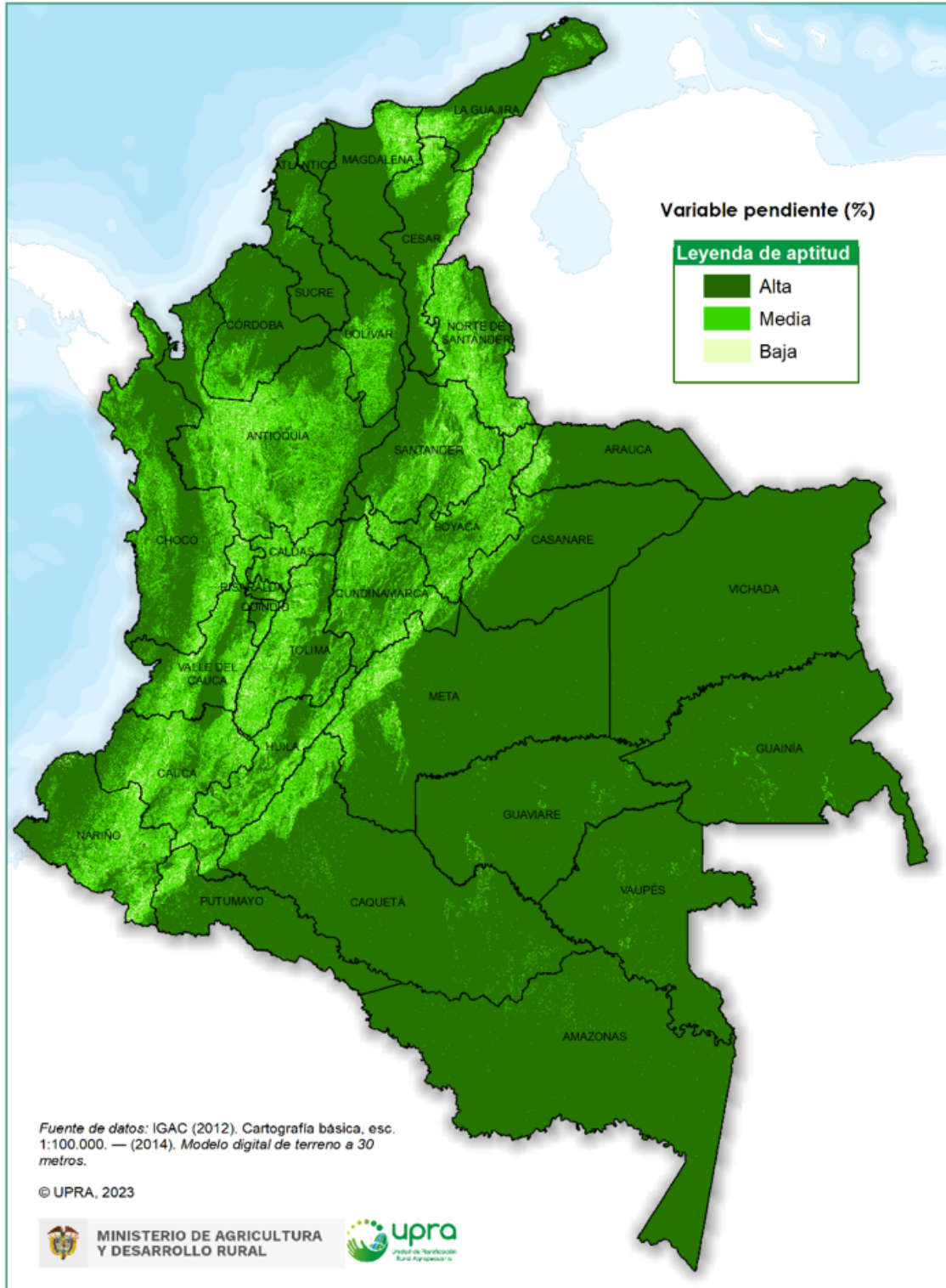
Unidades cartográficas de suelos: Asociaciones, consociaciones y complejos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia. (2012). Manual técnico de apicultura (*Apis mellifera*). Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/32817/62052_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Crozier, O. (2019). Manual técnico de apicultura. Recuperado de: <https://dicta.gob.hn/files/2019,Manual-tecnico-de-apicultura.pdf>
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Secretaria de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (s.f.). Manual básico de apícola. México. Recuperado de: https://www.mieldemalaga.com/data/manual_basico_apicultura.mex.pdf
- Soil Science Society of America. (2018). Glossary of Soils Science Terms. Recuperado de: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>>.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.3.2. Variable longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
Criterio: características del terreno para las labores apícolas		
VARIABLE: longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)	UNIDAD DE MEDIDA: Rangos de 0-100	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Distancia horizontal desde el punto más alto, donde se origina el flujo superficial, hasta el punto más bajo, donde comienza la acumulación de materiales que fluyen por escorrentía a un canal; se mide con la ecuación del método RUSLE (Renard et al., 1997).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>Este procedimiento permite predecir la pérdida de suelo en pendientes uniformes, donde la pendiente es la misma en toda su longitud, en pendientes irregulares o no uniformes que pueden ser cóncavas, convexas o completas y en un segmento particular de una pendiente (Renard et al., 1997).</p> <p>Es importante conocer que en una ladera se pueden presentar diferentes inclinaciones que pueden resultar limitantes para las labores apícolas, dependiendo de su longitud.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
No se determinaron áreas no aptas (N1) por esta variable, debido a que, en las unidades de tierras con alta probabilidad de pérdida de suelo se pueden establecer colonias.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La precisión de la variable depende de la aproximación que da el proceso digital del modelo de elevación (DEM) y de la aplicación de los rangos elegidos para aplicar en el software.		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir del modelo de elevación (DEM) con aproximación de 30 metros y la aplicación del factor en el software ArcGis.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos estimados para la variable se evalúan favoreciendo la existencia de la mayor diversidad de especies de plantas:

Variable	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Factor LS	Rangos de 0 - 100	< 5	5-10	>10	-

Unidad de análisis

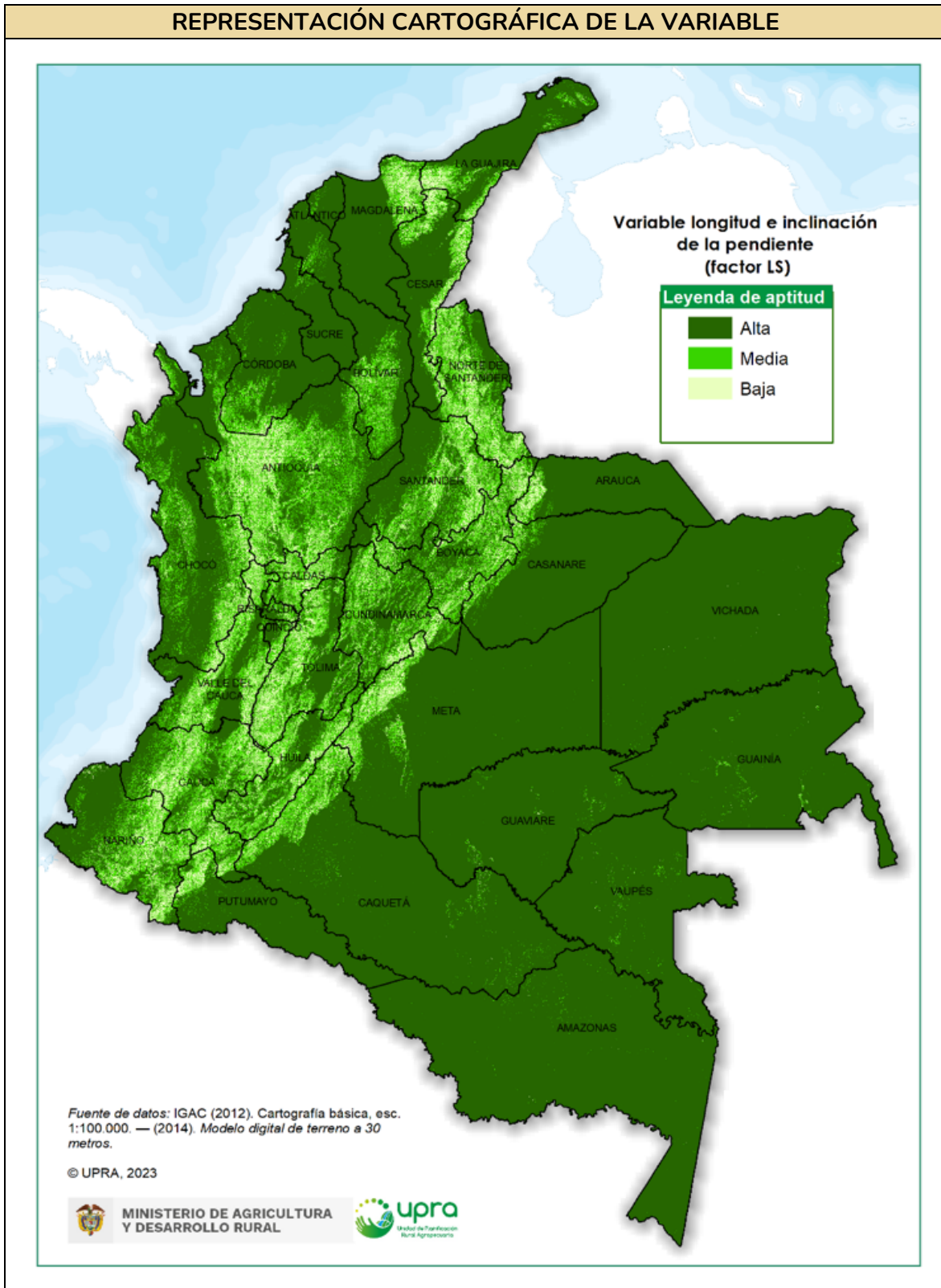
Rangos de longitud de ladera y pendiente

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. y Yoder D.C. (1997). Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). Agriculture Handbook No. 703. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Washington, District of Columbia, USA. Recuperado de: https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=cQEUAAYAAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=HCSjqf4DM9&sig=Dxw3lZkeY7qHr9AEleqT4Hh3GcA&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.3.3. Variable drenaje natural

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
Criterio: características del terreno para las labores apícolas		
VARIABLE: drenaje natural	UNIDAD DE MEDIDA: Clase de drenaje	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Rapidez y grado de evacuación del agua del suelo tanto por la escorrentía como por el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (Klingebiel & Montgomery, 1961).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
Incide sobre las labores en los apiarios y la accesibilidad a los mismos, ya que el agua sobre el suelo o muy cerca de la superficie, dificulta el tránsito y el traslado de los elementos y productos de las colonias. El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre la pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción, colores gley, también de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
Se excluye el drenaje muy pobre por representar problemas de accesibilidad a los sitios de los apiarios.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, en los estudios generales, representan asociaciones; por lo tanto, se califica el componente de mayor representatividad, lo que significa que algunos sectores pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento de los apiarios, pero no se pueden representar espacialmente.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Se realizó a partir de la información de drenaje natural de las unidades cartográficas consignados en la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).		
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD		
Se asignaron de acuerdo con la dificultad que cada uno de los drenajes representa en el manejo, especialmente en lo relacionado con la accesibilidad a los apiarios (Agrosavia, 2012; Consejo Nacional de Competitividad, 2016; Crozier, 2019; Dirección Provincial de		



Educación Técnico Profesional, 2019; Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (s. f.):

Variable	Unidad de medida	Textura (Clase de drenaje)			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
<i>Drenaje natural</i>	Clase de drenaje	Bien drenado, moderado, moderadamente excesivo	Imperfecto, excesivo	Pobre	Muy pobre

Los rangos de aptitud de la variable están dados de acuerdo con las diferentes consultas realizadas con apicultores y reportes técnicos.

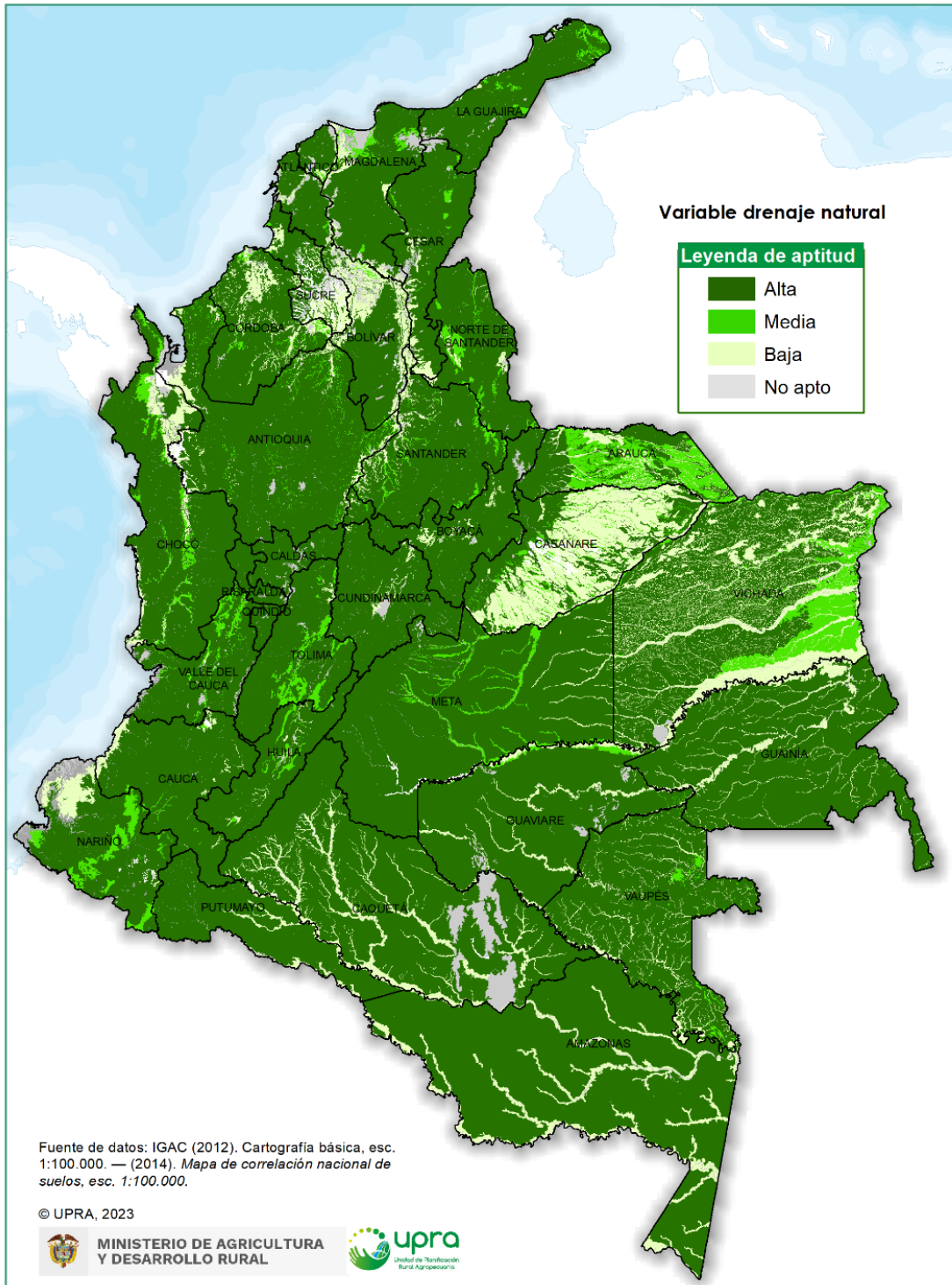
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: Asociaciones, consociaciones y complejos
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia. (2012). Manual técnico de apicultura (Apis mellifera). Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/32817/62052_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá: UJTL.
- Consejo Nacional de Competitividad. (2016). Manual de apicultura básica. República Dominicana. Recuperado de: <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Apicultura-B%C3%A1sica.pdf>
- Crozier, O. (2019). Manual técnico de apicultura. Recuperado de: <https://dicta.gob.hn/files/2019,Manual-tecnico-de-apicultura.pdf>
- Dirección Provincial de Educación Técnico Profesional. (2019). Manual de apicultura. 1° año. Ciclo básico agrario. Versión preliminar. Buenos Aires. Recuperado de: <http://www.agrariahurlingham.com.ar/alumnos/manuales/apicultura.pdf>
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (s.f.). Manual básico apícola. México. Obtenido de: https://www.mieldemalaga.com/data/manual_basico_apicultura.mex.pdf
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook No. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.3.4. Variable *microrrelieve*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
Criterio: <i>características del terreno para las labores apícolas</i>		
VARIABLE: <i>microrrelieve</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Clase de microrrelieve	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Modificaciones naturales en la superficie de los suelos inundables, en algunos casos, con presencia de arcillas expandibles, las cuales difieren de la morfología y adquieren formas altas y bajas, con diversos patrones como depresiones rectas (zurales), surcos concéntricos (escarceos), lomas y basines (gilgais). Los dos primeros se originan en suelos con texturas gruesas; los dos últimos, en texturas finas (Chesworth, 2008; Villota, 2005).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Los microrrelieves representan irregularidades en la superficie del terreno, que dificultan el libre desplazamiento de las personas, lo cual puede en algún momento volverse tortuoso, dependiendo de la profundidad y la extensión de estas deformaciones, afectan al personal encargado del manejo de los apiarios y el paso de los vehículos de cualquier tipo.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>No se presenta rango de exclusión técnica (N1) para esta variable.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, que dificulta su calificación; además, debido a la poca extensión de los microrrelieves, este aspecto no es referenciado en todos los casos, por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con presencia de algún microrrelieve que no es posible reflejar en la calificación.</p>		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar las fases de microrrelieve es el mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000 (IGAC, 2014). Las clases de microrrelieves encontrados se consignan en la siguiente tabla:

Fases de microrrelieve

Zurales
Escarceos
Microrrelieve (<i>Gilgai</i>)

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se considera que los suelos sin presencia de microrrelieve tienen aptitud alta (A1), los que tienen escarceos y gilgai impiden el libre tránsito del personal de manejo de los apiarios y de los vehículos de cualquier tipo, por lo tanto, la aptitud de estas áreas es media (A2), mientras que las áreas de zurales, por tener microrrelieves más profundos, representan la más alta dificultad, por lo tanto, se califican con aptitud baja (A3).

Rangos de aptitud

Clase de microrrelieve	Aptitud
Sin microrrelieve	Alta (A1)
Escarceos, gilgai	Media (A2)
Zurales	Baja (A3)

Unidad de Análisis

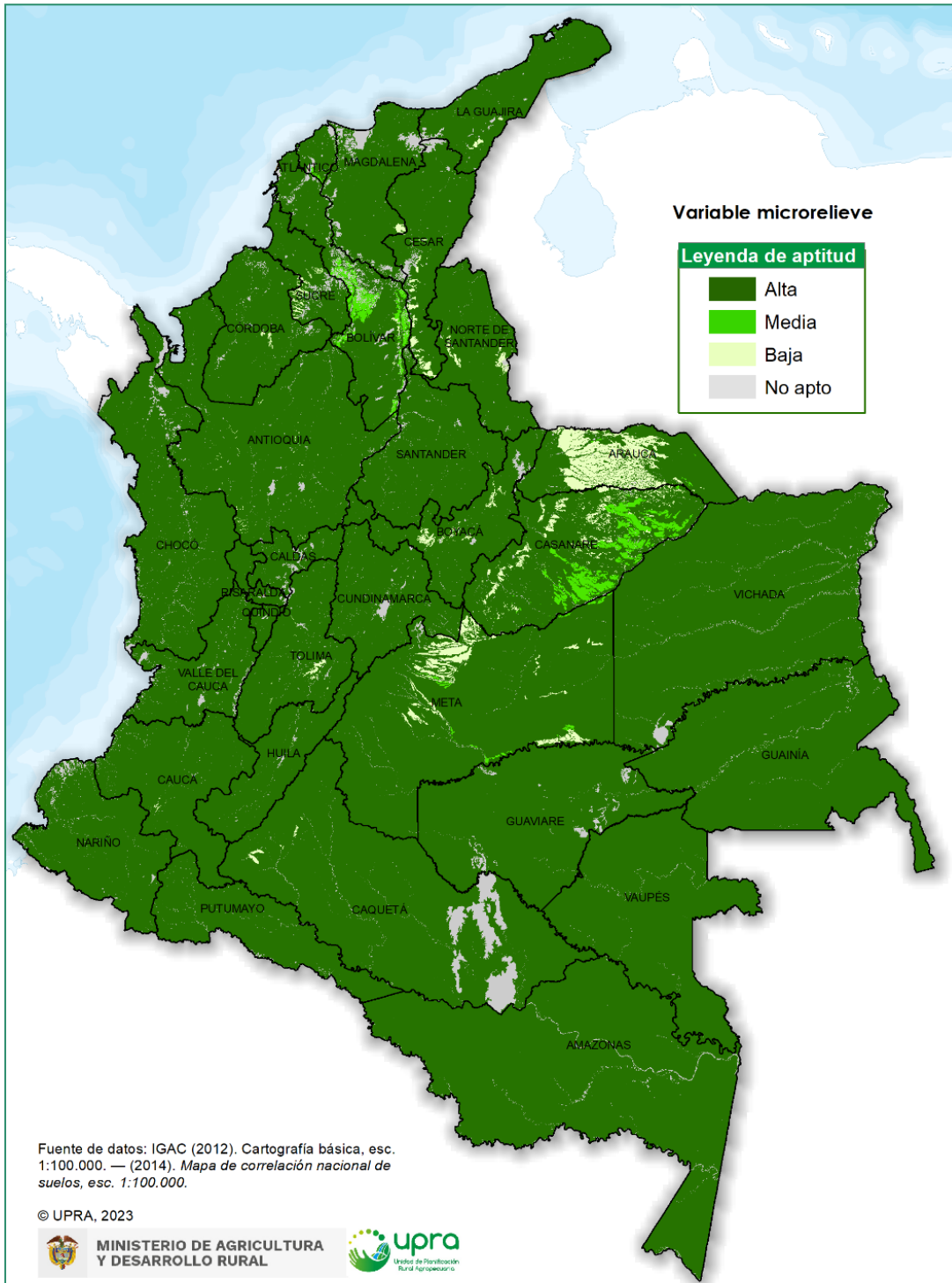
Unidades cartográficas de suelos: Asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Chesworth, W. (2008). Encyclopedia of soil science. Springer. p 298.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (Manual de códigos). Bogotá. IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. IGAC. p 39.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.4. Criterio amenazas naturales para los apiarios

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola
COMPONENTE: Físico		SUBCOMPONENTE: Edáfico
CRITERIO: <i>amenazas naturales para los apiarios</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS, expresados en grados de susceptibilidad.</i></p> <p><i>Susceptibilidad de inundaciones, expresada en clases por duración.</i></p> <p><i>Exposición a las mareas, expresada en áreas expuestas al ascenso del nivel del mar.</i></p> <p><i>Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios, expresada como ocurrencia.</i></p> <p><i>Amenaza volcánica, expresada en grados de amenaza.</i></p>		
DEFINICIÓN		
<p>Conjunto de eventos naturales que ponen en peligro los apiarios. Pueden ocasionar pérdidas parciales o totales de las colonias, las instalaciones, los equipos y los insumos (Baas et al., 2009; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2009).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>Para el establecimiento de los apiarios, es necesario evaluar que el riesgo por condiciones adversas sea mínimo, con el fin de no acarrear pérdidas de colonias y de sus productos.</p> <p>La instalación de los apiarios no exige anclajes profundos o amarres entre ellas, por lo tanto, son vulnerables a los cambios que se puedan suceder en los aspectos de suelos y geológicos. Igualmente, los aportes de sedimentos, cenizas o agua sobre ellas pueden causar daños o pérdidas en la miel, polen y propóleo, entre otros.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Se consideran áreas no aptas (N1), cuando están expuestas a inundaciones muy largas y cuando la amenaza volcánica es muy alta.</p>		



LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La representación cartográfica está regida por las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000, las cuales contienen las fases por inundación, pero que en algunos casos no registran la duración de éstas, sólo su ocurrencia.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se utilizaron el modelo digital de pendiente en porcentaje (%) a partir del SRTM de 30 metros, el mapa de amenazas relativa por movimientos en masa del Servicio Geológico Colombiano (2016), la duración de las inundaciones (IGAC, 2014), el factor LS, el mapa de exposición a las mareas (Invemar, 2012), el mapa de susceptibilidad a incendios (UPRA, 2022), y el mapa de amenaza volcánica (SGC, 2015).

El criterio se estableció mediante la combinación de las variables consideradas con las clases de aptitud que se consideran en la siguiente tabla:

Variables	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
<i>Susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS</i>	Alta aptitud por baja susceptibilidad a la pérdida de suelos	Moderada aptitud por susceptibilidad moderada a la pérdida de suelos	Baja aptitud por susceptibilidad alta y muy alta a la pérdida de suelos	-
<i>Susceptibilidad de inundaciones</i>	No hay	Cortas	Largas	Muy largas
<i>Exposición a las mareas</i>	Áreas sin influencia de ascenso del nivel del mar	-	Áreas de ascenso del nivel del mar	-
<i>Amenaza volcánica</i>	No hay amenaza	Amenaza baja	Amenaza moderada	Amenaza alta
<i>Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios</i>	Susceptibilidad baja	Susceptibilidad moderada	Susceptibilidad alta	-

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar los niveles de aptitud radica en el efecto que cada uno de los rangos tiene en el favorecimiento a que la amenaza se desarrolle, ya que reduce las posibilidades de mantener las colonias o sus instalaciones estables.

En primer lugar, se hace un mapa que correlaciona la susceptibilidad de movimientos en masa con el factor LS, mediante un árbol de decisión.

Los rangos o segmentos utilizados para el factor LS son:

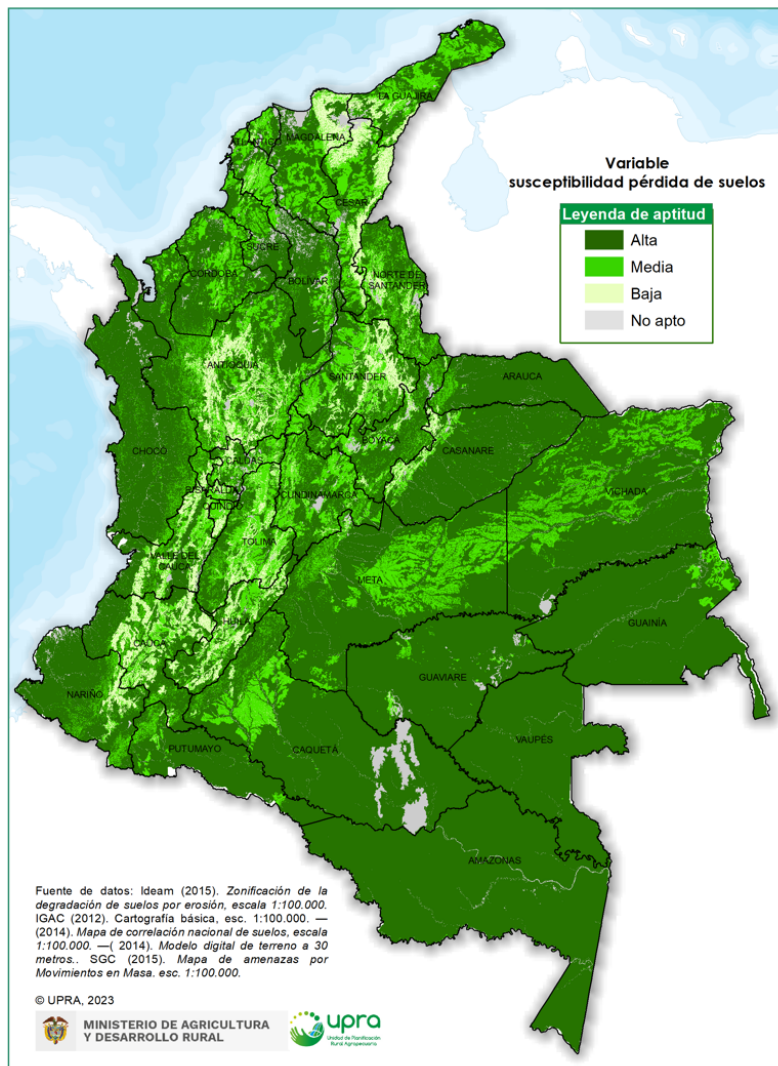
Cuando factor LS: < 5; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A1

Cuando factor LS: 5 - 10; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A2

Cuando factor LS: > 10; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A3



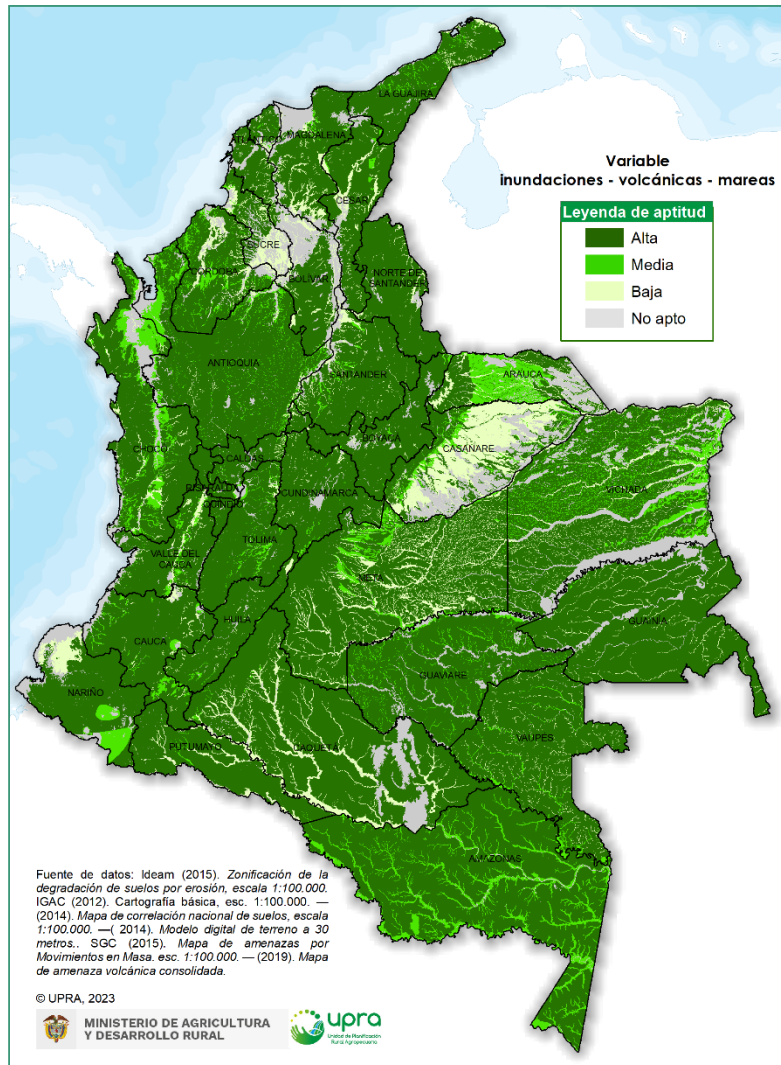
Susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS		
Longitud e inclinación de la pendiente (factor LS)	Amenaza por movimientos en masa	Aptitud
1	Baja, media	A1
	Alta	A1
	Muy alta	A2
2	Baja, media	A2
	Alta	A2
	Muy alta	A2
3	Baja, media	A3
	Alta	A3
	Muy alta	A3





Posteriormente se elaboró un mapa que integró las variables que no tienen relación directa con la pendiente como son la susceptibilidad de inundaciones, amenaza volcánica y exposición a las mareas, mediante un árbol de decisión así:

Susceptibilidad de inundaciones	Amenaza volcánica	Mareas	Aptitud
No hay	No hay	Sin influencia	A1
		Con influencia	A3
	Baja	sin influencia	A1
		Con influencia	A3
	Moderada	Sin influencia	A2
		Con influencia	A3
	Alta	Sin influencia	N1
		Con influencia	N1
Cortas	No hay	Sin influencia	A2
		Con influencia	A3
	Baja	Sin influencia	A2
		Con influencia	A3
	Moderada	Sin influencia	A3
		Con influencia	N1
	Alta	Sin influencia	N1
		Con influencia	N1
Largas	No hay	Sin influencia	A3
		Con influencia	N1
	Baja	Sin influencia	A3
		Con influencia	N1
	Moderada	Sin influencia	A3
		Con influencia	N1
	Alta	Sin influencia	N1
		Con influencia	N1
Muy largas	Cualquiera	Cualquiera	N1



Finalmente, el criterio se conformó con la intersección de los dos mapas anteriores, mediante el siguiente árbol de decisión:

Conformación del criterio			
Susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS	Inundaciones-volcánicas-mareas	Incendios	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A1
		A3	A1
	A2	A1	A2
		A2	A2



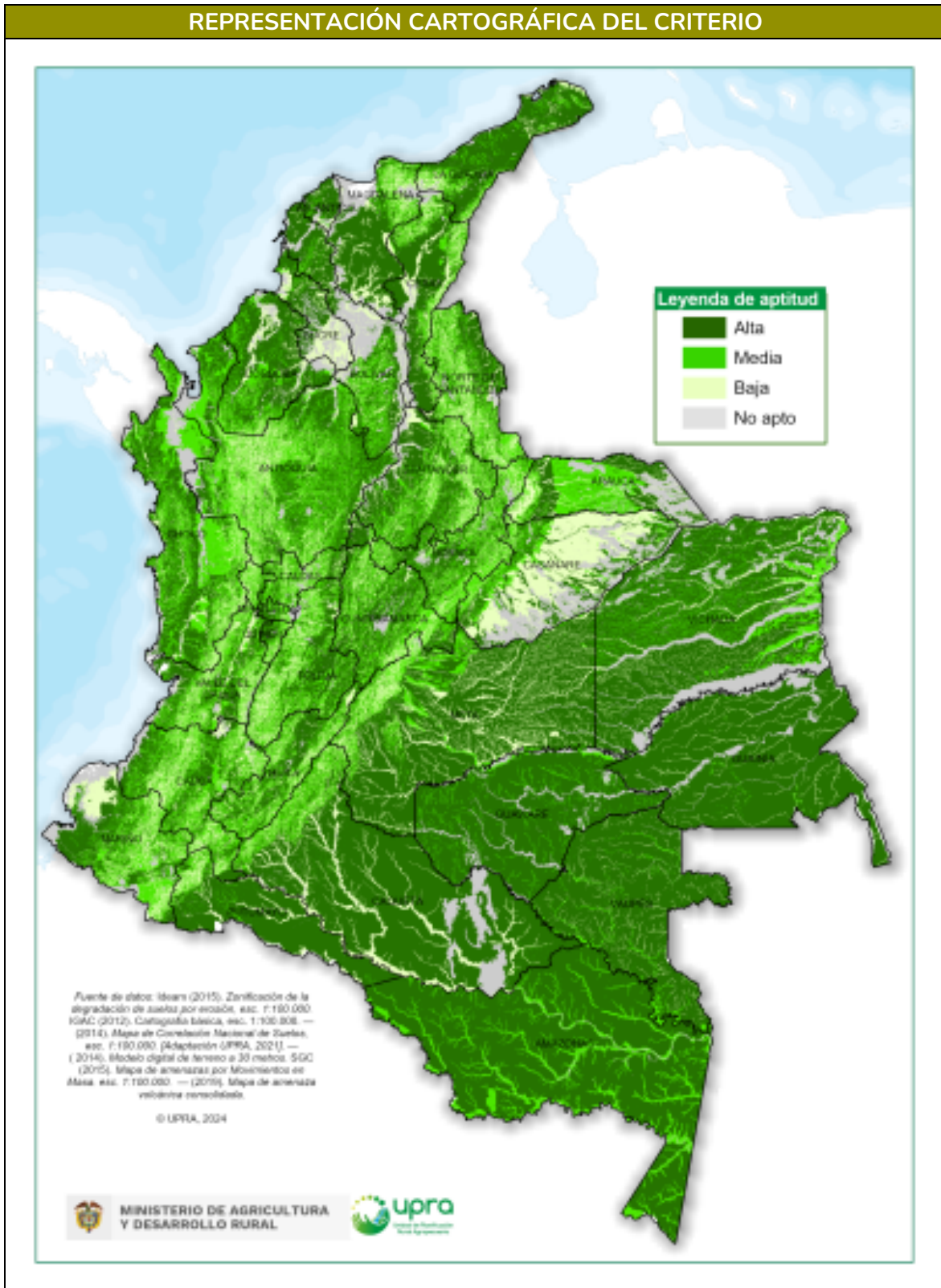
		A3	A2
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
A3	A1	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	A2	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
	A3	A1	A3
		A2	A3
		A3	A3
N1		Cualquiera	N1

FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (2009). Análisis de sistemas de gestión del riesgo de desastres. Roma: FAO.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos. Bogotá: IGAC.
- Invemar. 2012. Áreas afectadas por mareas.
- MADS. (2014). Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas POMCAS. Anexo B. Gestión del Riesgo. Bogotá: MADS.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). Amenaza relativa por movimientos en masa. Bogotá: SGC.
- SGC. (2015). Mapa de amenaza volcánica. Bogotá: SGC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





1.4.1. Variable susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>amenazas naturales para los apiarios</i>		
VARIABLE: <i>susceptibilidad de movimientos en masa y factor LS</i>	UNIDAD DE MEDIDA: grado de susceptibilidad	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
DEFINICIÓN		
<p>Grado de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por movimientos en masa de origen natural, causados por manejo inadecuado o inducidos por la acción accidental humana, en función de la probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (Servicio Geológico Colombiano [SGC], 2016; Klingebiel & Montgomery, 1961).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO		
<p>Para el establecimiento de colonias de abejas, lo ideal es que no haya en la zona susceptibilidad de movimientos en masa, ya que pone en peligro las estructuras y dificulta el beneficio del apiario, a la vez que se pierde productividad florística natural del área afectada.</p> <p>Este aspecto es tenido en cuenta por los apicultores al momento de instalar los apiarios (Vandame, 2012), pero rara vez es mencionado en los manuales.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>No se consideran rangos que se califiquen como no aptos (N1), ya que la ocurrencia de los movimientos en masa depende de una probabilidad.</p>		
LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La precisión de la representación cartográfica está sujeta a la precisión del mapa de susceptibilidad relativa de movimientos en masa (SGC, 2016) y de la aplicación de los rangos del factor LS.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>La variable se estableció a través de un árbol de decisión que combina las clases de susceptibilidad relativa de movimientos en masa con el factor LS.</p>		



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar los niveles de aptitud radica en el efecto que cada uno de los rangos tiene en el favorecimiento a los movimientos en masa, ya que amenazan la estabilidad de los apiarios.

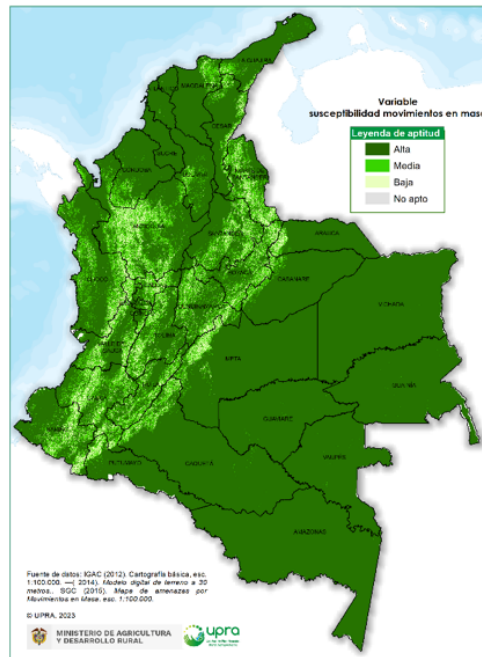
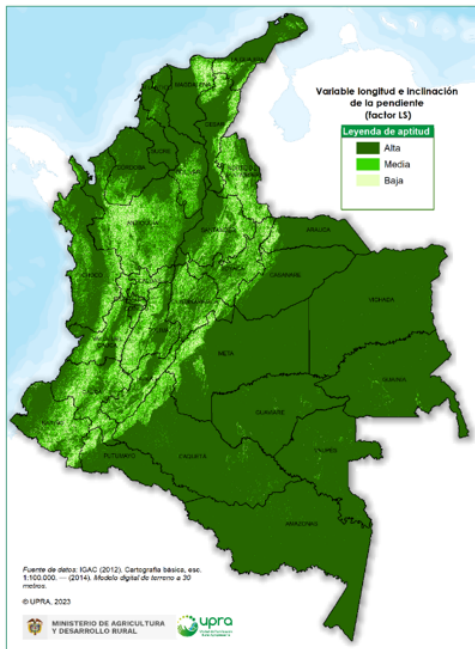
Los rangos de LS considerados son:

Cuando factor LS: < 5; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A1.

Cuando factor LS: 5 - 10; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A2.

Cuando factor LS: > 10; su calificación en la tabla de movimientos en masa es A3.

Los rangos de aptitud fueron validados con los apicultores y a través de documentos técnicos.



El segundo paso consistió en combinar los rangos del factor LS con el mapa de susceptibilidad relativa a movimientos en masa con los criterios cualitativos de calificación:

Criterio de calificación	Aptitud
No se presenta susceptibilidad de movimientos en masa para el establecimiento de apiarios.	Alta (A1)
Condiciones que presentan moderada susceptibilidad de movimientos en masa para el establecimiento de apiarios.	Media (A2)
Condiciones que presentan alta susceptibilidad de movimientos en masa para el establecimiento de apiarios.	Baja (A3)

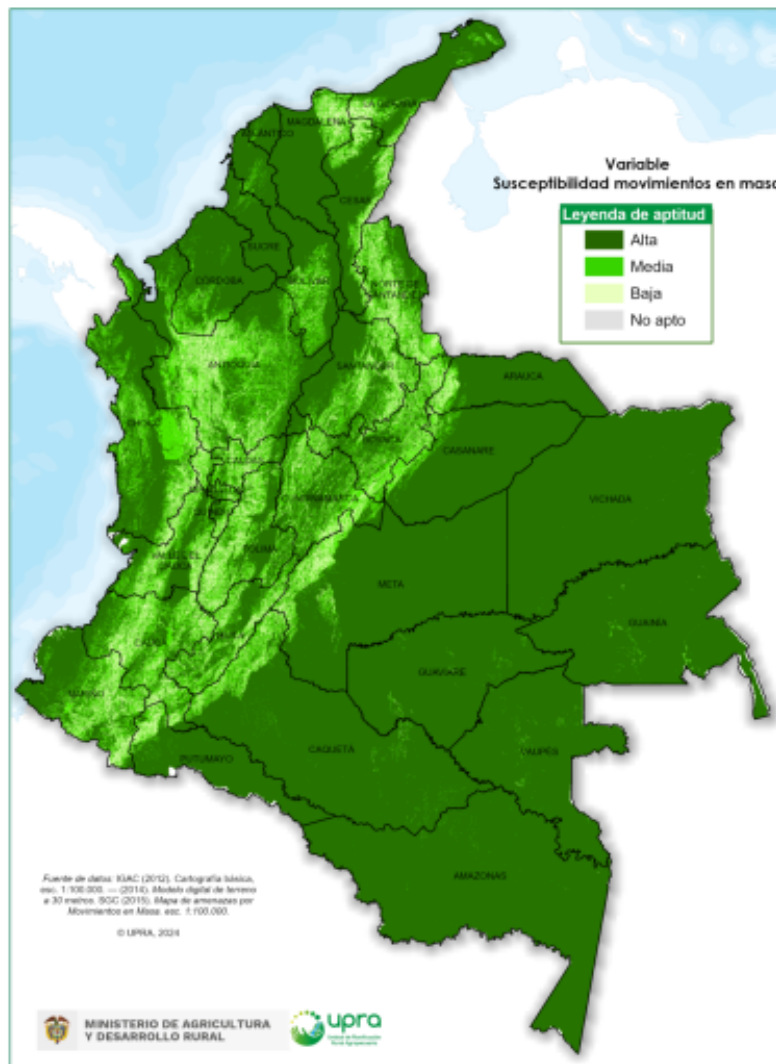


Unidad de análisis	Unidades cartográficas de susceptibilidad relativa a movimientos en masa y rangos de factor LS.
---------------------------	---

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos. Bogotá: IGAC.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). Amenaza relativa por movimientos en masa. Bogotá: SGC.
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.
- Vandame et al. (2012). Manual de apicultura orgánica. Recuperado de: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/en/publications/vandame-et-al-2012-manual-apicultura.pdf>

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.4.2. Variable susceptibilidad de inundaciones

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: físico		SUBCOMPONENTE: edáfico
CRITERIO ASOCIADO: amenazas naturales para los apiarios		
VARIABLE: susceptibilidad de inundaciones	UNIDAD DE MEDIDA: Clases por duración	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua. También se entiende como la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (Organización Meteorológica Mundial [OMM] y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [Unesco], 2012).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
Los apiarios pueden ser severamente afectados si se localizan en áreas con influencia de inundaciones y las pérdidas pueden ser significativas, cuando duran largos periodos de tiempo.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
Se consideran tierras sin aptitud (N1), en donde se presentan inundaciones muy largas, ya que la probabilidad de permanencia y la supervivencia de las colonias es nula.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
En la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), algunas unidades cartográficas no registran información sobre fase por inundación o encharcamientos, pese a que algunos sectores de dichas unidades se presentan, estas no pueden ser representadas debido a la escala del mapa.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
El IGAC (2010), clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo con la duración en que ocurren, así:		
Clases por duración de las inundaciones o encharcamientos		
	Clase	Descripción
	Extremadamente corta	Menor de un 1 día
	Muy corta	De 1 a 2 días
	Corta	De 2 a 7 días



Larga	De 7 a 30 días
Muy larga	De 30 a 90 días
Extremadamente larga	De 90 a 180 días

Se tomó como base la fase cartográfica por inundación y encharcamientos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo en cuenta la duración de las inundaciones o encharcamientos para el desarrollo de la apicultura o para la instalación de colonias (MinAgricultura, 2022; Ministerio de Agricultura, Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2018; Fernández y Agüero, 2022; Consejo Nacional de Competitividad, 2016; Vandame, et al. 2012), se tuvieron en cuenta los siguientes rangos de aptitud:

Variable	Unidad de medida	Susceptibilidad de inundaciones			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Susceptibilidad de inundaciones	Duración	No hay	Cortas	Largas	Muy largas

Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con las diferentes consultas realizadas con los apicultores y literatura relacionada.

Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

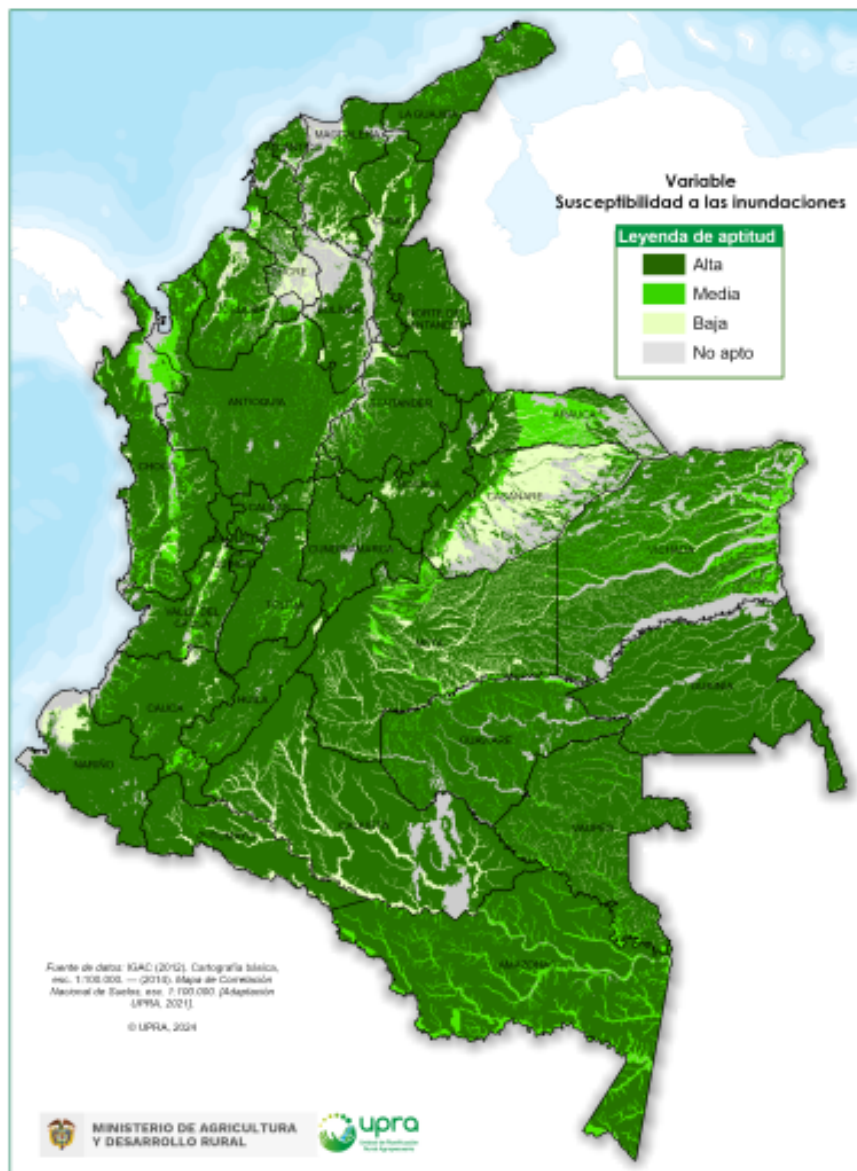
- Consejo nacional de competitividad. (2016). Manual de apicultura básica. República dominicana. Recuperado de: <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Apicultura-B%C3%A1sica.pdf>
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- OMM y Unesco. (2012). Glosario hidrológico internacional. Ginebra: WMO, p. 127.
- Ministerio de Agricultura - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2018). Manual de gestión productiva, sanitaria y buenas prácticas apícolas. Departamento de Sanidad Animal, División Protección Pecuaria. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. Recuperado de: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/manual_gestion_productiva-sanitaria_apicola-sag-2018.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Manual de condiciones de bienestar animal en la cría de abejas (*Apis mellifera*). Versión 1. Recuperado de: https://www.minagricultura.gov.co/SIG/DocumentosSIG/12GESTION_DE_INNOVACION_DES_TECN_Y_PROTECCION_SANITARIA/Manual%20Condiciones%20de



%20Bienestar%20Animal%20en%20la%20Cr%3%ADa%20de%20Abejas%20(Apis%20Mellifera)%20en%20el%20Sector%20Agropecuario%20V1.pdf

- Fernández, M. y Agüero, B. (2022). Producción de miel de abeja. Guía para el productor. Asociación Paraguay Orgánico. Obtenido de: https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/manual_miel__2022.pdf
- Vandame Rémy et al. (2012). Manual de apicultura orgánica. Recuperado de: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/en/publications/vandame-et-al-2012-manual-apicultura.pdf>

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.4.3. Variable *exposición a las mareas*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>amenazas naturales para los apiarios</i>		
VARIABLE: <i>exposición a las mareas</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Áreas expuestas al ascenso del nivel del mar	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Condición por la que un área costera se cubre temporalmente de agua, causada por la elevación y descenso periódicos del agua en los mares o en grandes lagos debidos a la atracción gravitatoria de la luna y el sol (OMM y Unesco, 2012).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Afecta directamente la escogencia del lugar para el establecimiento de los apiarios, así como los sobrecostos en las obras para la mitigación de dicha amenaza; las inundaciones pueden causar grandes pérdidas a las empresas apícolas, ya que el ascenso de las mareas altera las condiciones de las instalaciones		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
No se considera zonas no aptas (N1) por esta variable, ya que los apiarios pueden, si el caso ubicarse en sitios más elevados.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Debido a la escala del mapa origen (mapa de correlación nacional de suelos del IGAC, 2014), es posible que algunas áreas afectadas por el flujo y reflujo de las aguas marinas, no queden representadas.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Se hace uso de los tipos de relieve que están relacionados con la influencia mariana del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).		
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD		
En las áreas donde no se registran inundaciones por agua marinas la aptitud es alta (A1), mientras que los terrenos con inundaciones tienen aptitud baja (A3).		
En áreas expuestas al oleaje los apicultores seleccionan el sitio de menor incidencia para la instalación de los apiarios.		



Aunque los apicultores y los textos no referencian directamente a las mareas, coinciden en que los apiarios deben ubicarse fuera del alcance de las inundaciones para no exponer a los individuos de la colonia (MinAgricultura, 2022; Ministerio de Agricultura-Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2018; Fernández y Agüero, 2022; Consejo Nacional de Competitividad, 2016; Vandame et al., 2012)

Rangos de aptitud por exposición a las mareas

Variable	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Exposición a las mareas	Áreas expuestas al ascenso del nivel del mar	Áreas sin influencia de ascenso del nivel del mar	-	Áreas de ascenso del nivel del mar	-

Unidad de análisis

Áreas expuestas a mareas

FUENTES DE INFORMACIÓN

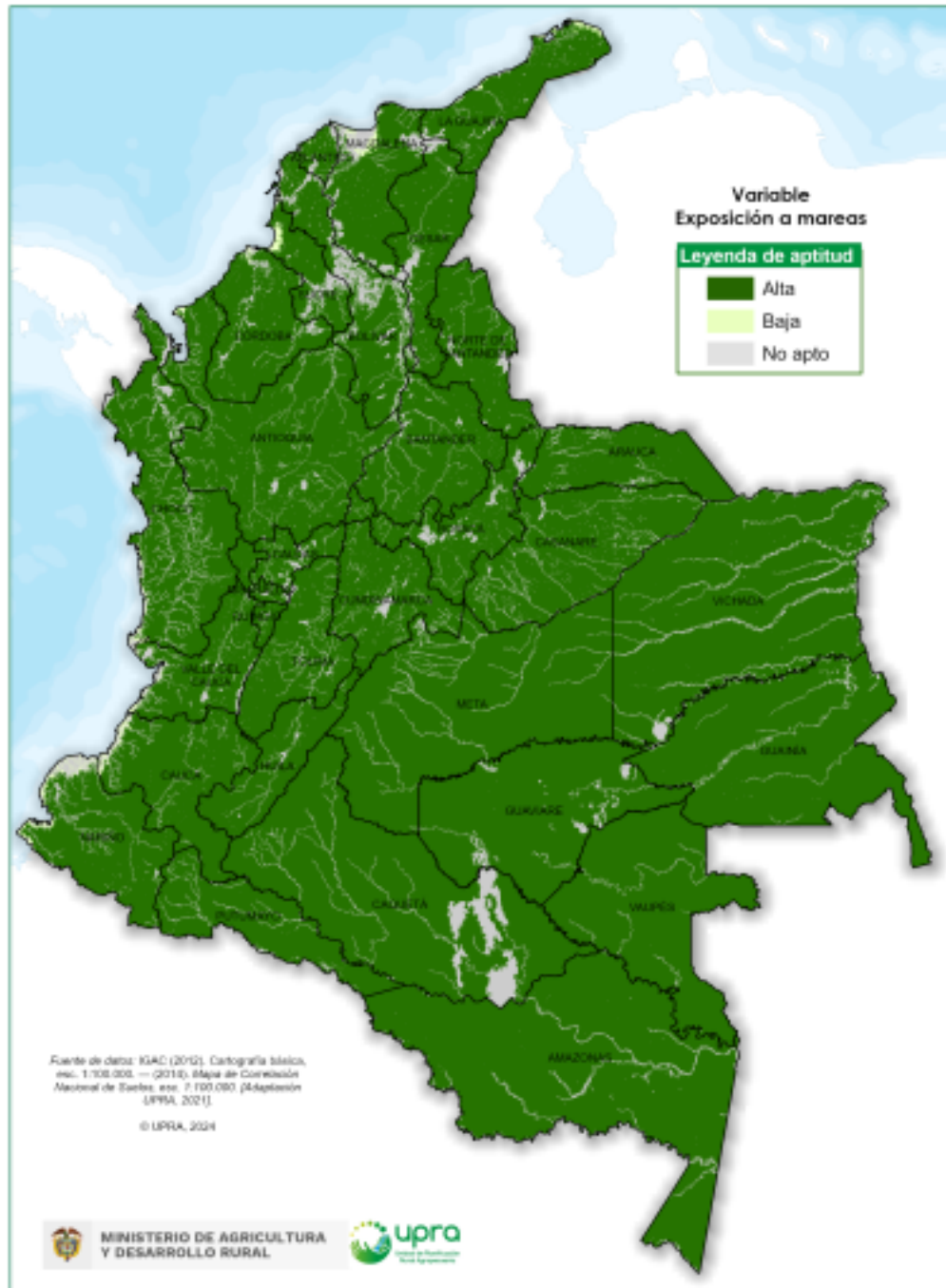
- Consejo nacional de competitividad. (2016). Manual de apicultura básica. República Dominicana. Recuperado de: <https://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Apicultura-B%3%A1sica.pdf>
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.
- Invemar. (2012). Áreas afectadas por las mareas.
- Ministerio de Agricultura - Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2018). Manual de gestión productiva, sanitaria y buenas prácticas apícolas. Departamento de Sanidad Animal, División Protección Pecuaria. Servicio Agrícola y Ganadero. Gobierno de Chile. Recuperado de: https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/manual_gestion_productiva-sanitaria_apicola-sag-2018.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Manual de condiciones de bienestar animal en la cría de abejas (*Apis mellifera*). Versión 1. Recuperado de: [https://www.minagricultura.gov.co/SIG/DocumentosSIG/12GESTION_DE_INNOVACION_DES_TECN_Y_PROTECCION_SANITARIA/Manual%20Condiciones%20de%20Bienestar%20Animal%20en%20la%20Cr%3%ADa%20de%20Abejas%20\(Apis%20Mellifera\)%20en%20el%20Sector%20Agropecuario%20V1.pdf](https://www.minagricultura.gov.co/SIG/DocumentosSIG/12GESTION_DE_INNOVACION_DES_TECN_Y_PROTECCION_SANITARIA/Manual%20Condiciones%20de%20Bienestar%20Animal%20en%20la%20Cr%3%ADa%20de%20Abejas%20(Apis%20Mellifera)%20en%20el%20Sector%20Agropecuario%20V1.pdf)
- Fernández, M. y Agüero, B. (2022). Producción de miel de abeja. Guía para el productor. Asociación Paraguay Orgánico. Recuperado de: https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/manual_miel__2022.pdf
- Vandame R., Gänz, P., Garibay, S. y Reyes, T. (2012). Manual de apicultura orgánica. Ecosur, Naturland, FiBL y Certimex. Recuperado de:



<https://www.fibl.org/fileadmin/documents/en/publications/vandame-et-al-2012-manual-apicultura.pdf>

- OMM y UNESCO. (2012). Glosario hidrológico internacional. Ginebra. p. 127.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





1.4.4. Variable susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Físico	SUBCOMPONENTE: Edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>amenazas naturales para los apiarios</i>		
VARIABLE: <i>susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios</i>	UNIDAD DE MEDIDA: ocurrencia	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Conjunto de características intrínsecas de la vegetación y los ecosistemas asociadas a la carga de combustibles, a la disposición y a la combustibilidad, que tienen cierto grado de probabilidad de incendiarse, así como de propagar y mantener el fuego. Se evalúa el identificar y valorar la condición pirogénica de la vegetación.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>El fenómeno de incendios de las coberturas vegetales es multicausal, altamente dinámico en tiempo y espacio y generador de impactos de alcance variable sobre el medio natural y social.</p> <p>Permite prever e incorporar en los rangos de aptitud, la probabilidad de que la vegetación pueda verse afectada por este tipo de incidentes ya sea por la cercanía a coberturas y tipos de vegetación que puedan propagar el fuego e incidir y afectar directamente sobre ella, o porque la vegetación tiene características muy favorables para que, por acción humana o natural, pueda verse expuesta a fenómenos de esta naturaleza.</p> <p>Los incendios de la cobertura vegetal no solamente destruyen el alimento de las colonias, sino que también pueden destruirlas al ser alcanzadas por el fuego.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La temporalidad de la información de Corine Land Cover asociada a las coberturas del periodo 2018, limita la interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, esta es la información oficial y disponible. Adicionalmente, la estimación de la biomasa se realizó a través de imágenes MODIS, las cuales tienen como mayor limitante la resolución espacial y la temporalidad.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>No hay valores de exclusión, el criterio no presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).</p>		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios se evalúa mediante la identificación y valoración de la condición pirogénica de la vegetación, según lo propuesto en el modelo de combustibles desarrollado para Colombia según Páramo (2011).

Un modelo de combustibles representa la condición pirogénica de la vegetación, como un aspecto clave en la evaluación del comportamiento de los ecosistemas frente al fuego, tanto en el inicio de un incendio, como en la modelación del comportamiento del fuego, en caso de presentarse eventos de esta índole (Ideam, 2011).

El modelo de combustibles propuesto tiene una estructura jerárquica y está compuesto en primer lugar por las condiciones de pirogenicidad de las coberturas con los siguientes factores:

Tipo de combustible vegetal (T_c), predominante por bioma y ecosistema, se estimó a partir de la metodología de Ideam (2011) y se actualizó a las coberturas Corine Land Cover de Colombia 2018.

Duración del tipo de combustible dominante (D_c): Duración en horas de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1 h, 10 h, 100 h), se estimó de acuerdo con la metodología del Ideam (2011), actualizando la información de acuerdo con las coberturas Corine Land Cover 2018.

Carga total de combustibles (C_c): Caracterización cualitativa-cuantitativa dependiente de la cantidad de biomasa presente en cada tipo de cobertura, expresada como biomasa aérea en tonelada/ha. Su estimación se realizó a partir de la aplicación de las ecuaciones expresadas por Páramo (2011) que tiene en cuenta:

Biomasa determinada sobre el Índice Normalizado del Infrarrojo, obtenido a partir de imágenes MODIS del año 2021 (MODIS MOD13Q1 v006 Banda 7 (SWIR)).

Altura promedio de cada uno de los tipos de cobertura de acuerdo con el mapa de CLC de Colombia (Ideam, 2021).

Cobertura: expresada como porcentaje de proyección de la vegetación sobre el sustrato, a partir de una imagen MODIS (MOD44B-v006) del 2021 del producto vegetación Continuos Field (VCF).

Déficit de agua (D_a): medida indirecta de la humedad media de la vegetación obtenida a través de una distribución cualitativa de los valores estimados de precipitación y de meses secos continuos en una zona dada, realizada a partir de la clasificación de rangos propuesta



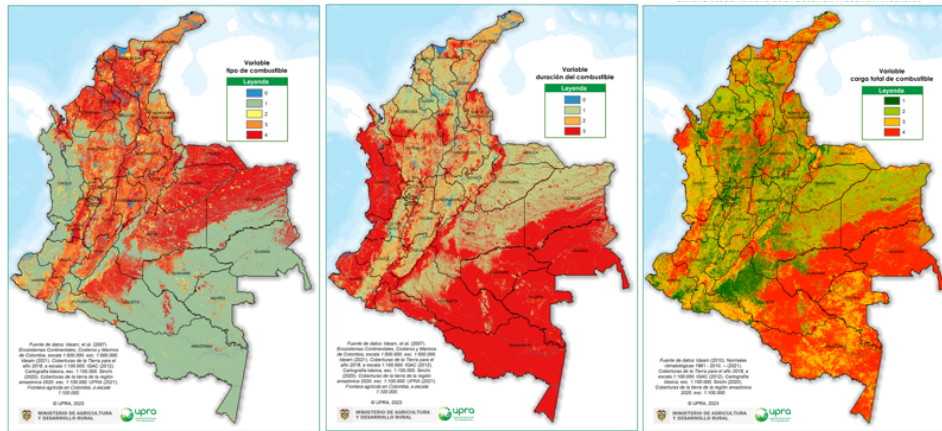
por UNESCO. A partir de la evaluación individual de cada una de las variables se produce un mapa intermedio el cual muestra el grado de pirogenicidad de la cobertura originado de la aplicación de un análisis multicriterio y una matriz AHP, para la obtención de los factores de peso que ponderan cada una de las variables.

Con dichos factores de ponderación, a través del modelamiento espacial (álgebra de mapas) realizado con el sistema de información geográfico ArcGis, se lleva a cabo una suma ponderada para obtener el mapa resultante del cruce de las variables anotadas.

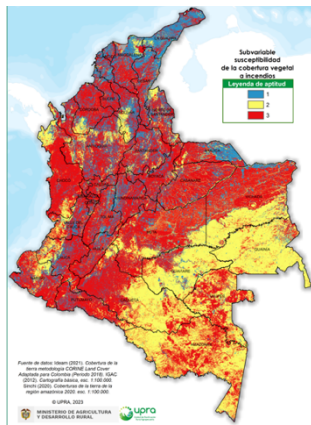
Los factores de ponderación son los siguientes:

$$\Sigma[(Tc*0,35) + (Dc*0,35) + (Cc*0,30)]$$

Grado de pirogenicidad de la cobertura



Mapa de pirogenicidad de las coberturas

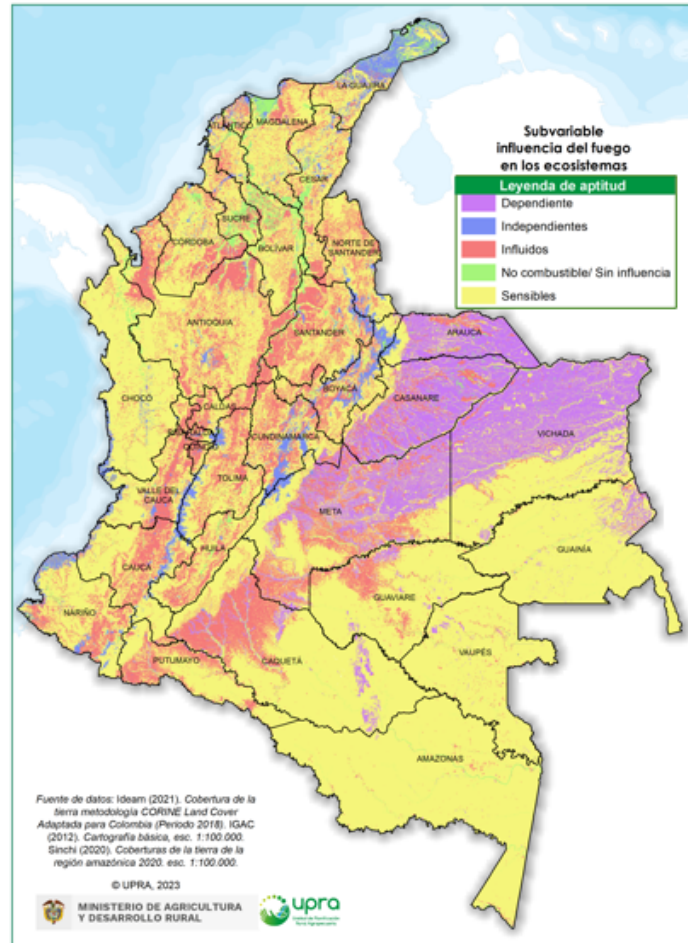


En segundo lugar, se evalúa la subvariable denominada *influencia del fuego sobre los ecosistemas (If)*. Los ecosistemas pueden ser descritos en términos de regímenes de fuego típicos, que operan dentro de un rango conocido o esperado de variación de los atributos o

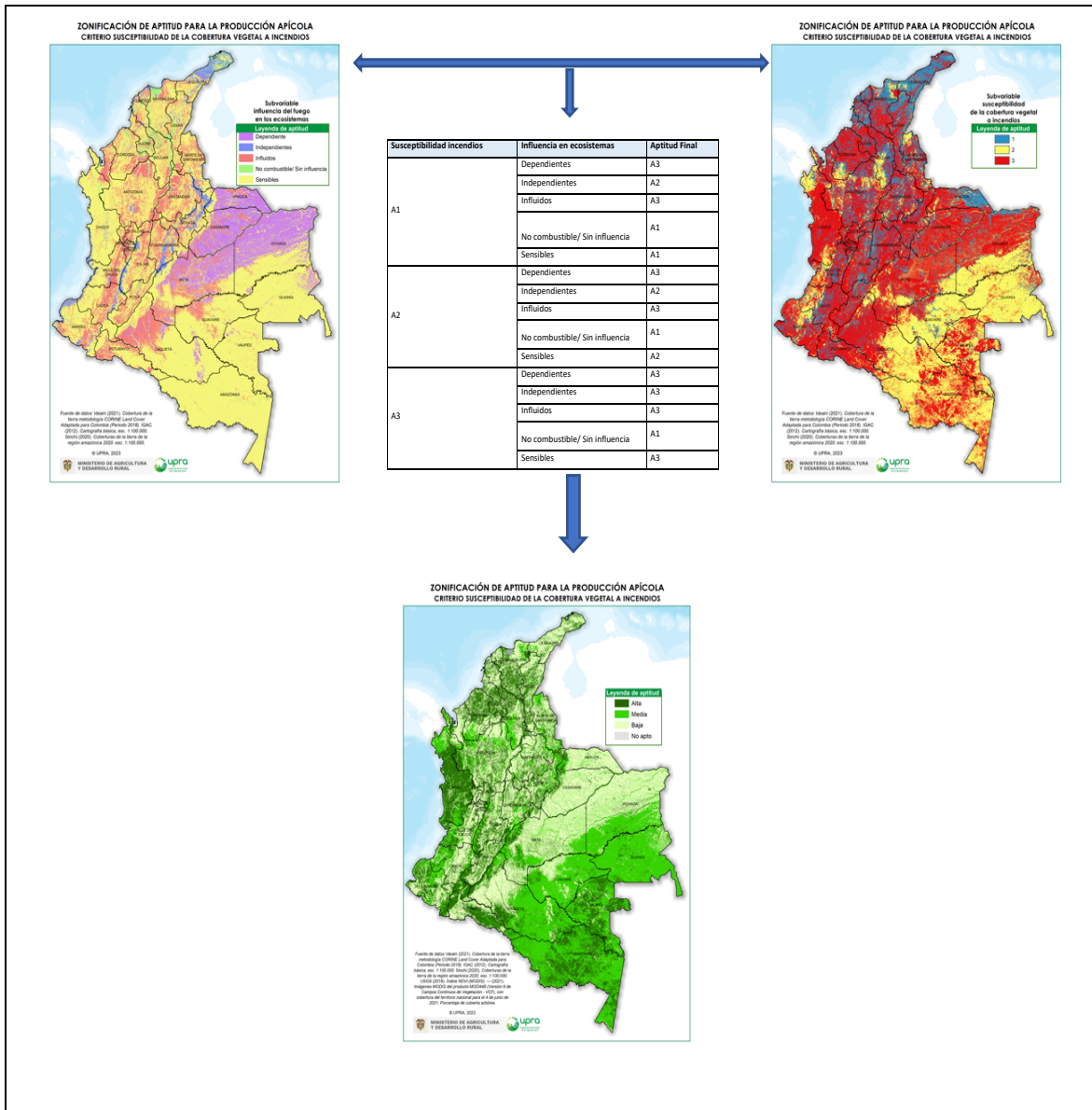


características clave de los regímenes del fuego. Por lo general, los ecosistemas y los principales tipos de hábitat pueden clasificarse como pertenecientes a categorías amplias de regímenes de fuego: dependientes del fuego, influidos por el fuego, sensibles al fuego o independientes del fuego, o como no combustibles (The Nature Conservancy, s. f.; Páramo, 2011). Para su cualificación se partió de una reclasificación por tipo de ecosistema y bioma obtenidos del mapa general de ecosistemas de Colombia (Ideam et al., 2015).

Mapa de influencia del fuego sobre los ecosistemas



Por último, se construyó el mapa del criterio de *susceptibilidad a los incendios* mediante la unión del mapa de pirogenicidad de las coberturas y el de influencia del fuego sobre los ecosistemas, con la aplicación de un árbol de decisión y su posterior clasificación en categorías de aptitud.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de la aptitud para la susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios se realizó a través de un árbol de decisión:

Pirogenicidad de las coberturas	Influencia del fuego sobre los ecosistemas	Aptitud final
A1	Dependientes	A3
	Independientes	A2
	Influidos	A3
	No combustible/ sin influencia	A1
	Sensibles	A1
A2	Dependientes	A3
	Independientes	A2



	Influidos	A3
	No combustible/ sin influencia	A1
	Sensibles	A2
A3	Dependientes	A3
	Independientes	A3

Rango de variación de la aptitud por susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios.

Descripción	Aptitud
Zonas con baja susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios, con ecosistemas no influidos por el fuego o no combustibles (áreas con predominancia alta de humedad y/o muy alteradas y desprovistas de vegetación) y ecosistemas sensibles al fuego (bosque, matorral, herbazal y pastizal presentes en los pisos subandino y andino)	Alta (A1)
Zonas con moderada susceptibilidad de la cobertura a incendios, pero con presencia de ecosistemas independientes (ecosistemas bastante fríos y húmedos o demasiado secos, vegetación xerófila, de páramo y altoandina), zonas con susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios media con ecosistemas independientes y sensibles.	Media (A2)
Zonas con alta susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios, con ecosistemas dependientes (sabanas de la Orinoquia, conformada principalmente por coberturas de tipo pastizal y herbazal), zonas con susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios media con ecosistemas dependientes, influidos (agroecosistemas asociados a prácticas culturales de tala y quema o roza y quema) y zonas con susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios alta con ecosistemas dependientes, independientes, influidos y sensibles.	Baja (A3)

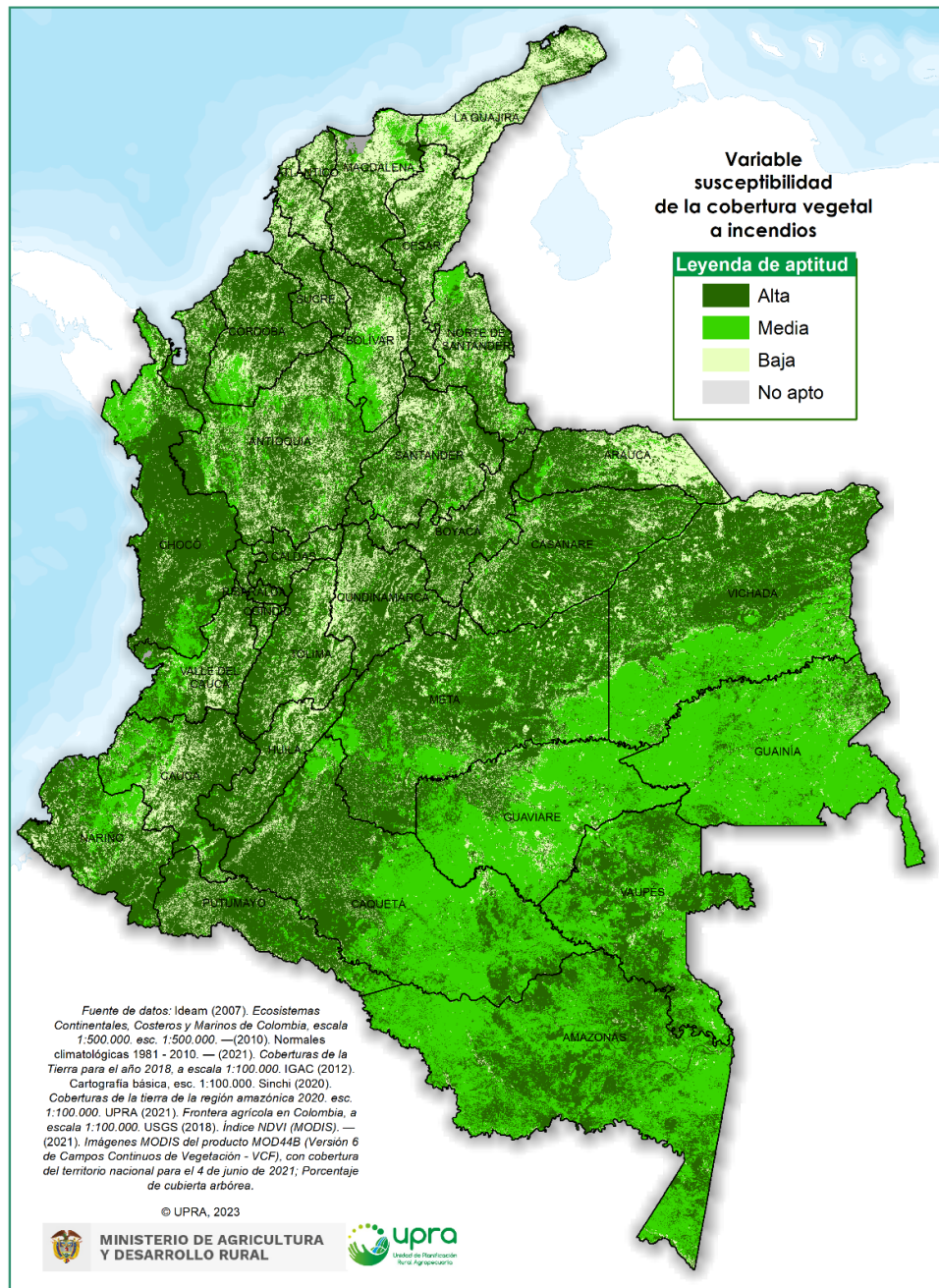
FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2011). Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal - Escala 1:100.000, Comité de Comunicaciones y Publicaciones del Ideam, Bogotá.
- Ideam, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. Sinchi e IIAP. (2015). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.
- Ideam. (2021). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2018-2020, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.



- MODIS WEB. (2021). modis.gsfc.nasa.com
- Páramo, G. (2011). Susceptibilidad de las coberturas vegetales de Colombia al fuego. En: Incendios de la cobertura vegetal en Colombia. Tomo I. Alvaro del Campo Parra (Ed). p. 73-142. Universidad Autónoma de Occidente, PNUMA, Cali.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





1.4.5. Variable *amenaza volcánica*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: físico	SUBCOMPONENTE: edáfico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>amenazas naturales para los apiarios</i>		
VARIABLE: <i>amenaza volcánica</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Grado de amenaza	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Peligro latente de que un evento de origen volcánico se presente con una severidad suficiente para causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales (Ley 1523 de 2012; SGC, 2015).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Afecta directamente la escogencia del lugar para el establecimiento de los apiarios, así como los sobrecostos en las obras para la mitigación de dicha amenaza; las erupciones pueden causar grandes pérdidas a los apicultores, ya que dependiendo del tipo de materiales que son expulsados por los volcanes y que inciden en las colonias, pueden, desde impactarlas, destruirlas o incendiarlas. Otro aspecto que debe tenerse en cuenta es la influencia en los productos apícolas que pueden tener las erupciones volcánicas, una vez son depositadas sobre la vegetación (Instituto de desarrollo agropecuario (INDAP) y Pontificia Universidad de Chile, 2016), o que penetren como cenizas o polvo a las colonias.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Se considera que los terrenos que están en el área de amenaza alta no son aptos (N1), para la instalación de apiarios.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Debido a que es una probabilidad, las afectaciones dependen de la magnitud del evento; igualmente las áreas de influencia pueden variar.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Se hace uso del mapa de amenaza volcánica del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2015).</p>		



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se hace una reclasificación del mapa de amenaza volcánica así:

Rangos de aptitud por amenaza volcánica

Variable	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Amenaza volcánica	Grado de amenaza	No hay amenaza	Amenaza baja	Amenaza moderada	Amenaza alta

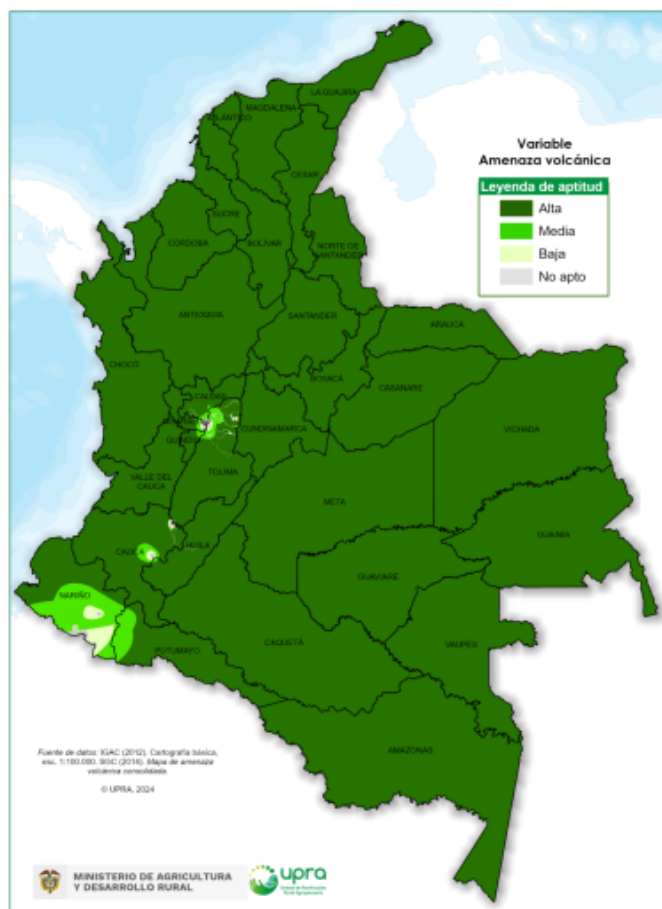
Unidad de análisis

Áreas con amenaza volcánica

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.
- Manual apícola (2016). Ministerio de agricultura. Recuperado de: <https://agronomia.uc.cl/151-manual-apicola-indap-uc/file>

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1. Criterio potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Potencialidad de la flora apícola natural</i>, expresada como número de especies reportadas con potencial apícola.</p> <p><i>Potencialidad de la flora apícola cultivada</i>, expresada como categoría cualitativa del potencial atractivo de especies de flora cultivada reportadas con potencial apícola.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>La flora y la vegetación corresponden a las especies vegetales y a los recursos que estas proporcionan, importantes para las abejas y la producción de miel, polen y otros productos apícolas (Velandia, 2012). La flora y la vegetación, fuente de alimento para las abejas, definen la orientación de la producción de los apiarios, a saber: miel, cera, polen, jalea real, propóleos, núcleos, paquetes y reinas. Además, establece los límites de la producción dada la oferta que se genera. (Tejeda-Rico et al., 2019).</p> <p>El potencial que tiene esta vegetación para la apicultura está dado principalmente por mecanismos de coevolución, los cuales son como su nombre lo dice, los mecanismos de adaptación y evolución mutua, que a través de millones de años se han generado para realizar una alta especificidad entre las plantas, para ser polinizadas, y las abejas (en este caso <i>A. mellifera</i>), para obtener néctar, polen y propóleos, ayudando y soportando la polinización de las especies vegetales (Rodríguez, 1978).</p> <p>De acuerdo con Agrobot (s. f.), dentro de los factores que han coevolucionado, se consideran que la expresión de la interacción polinizador-flor se fundamenta en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atractividad o intensidad de uso</i>: Es la preferencia que muestran las abejas hacia unas especies en particular. Puede observarse en el campo que algunas especies 		



son visitadas siempre, por innumerable cantidad de abejas. En el otro extremo se encuentran plantas que sirven como recurso esporádicamente a pocos individuos y finalmente las que no las atraen en ningún caso.

- *Fidelidad*: Esta condición se observa a través de las sucesivas temporadas. Una especie puede ser siempre utilizada por las abejas (todos los años), en algunos años sí y en otros no o sólo ocasionalmente.
- *Abundancia*: Es fundamental analizar la presencia de las especies utilizadas como recurso y determinar si son muy abundantes, abundantes, comunes o raras.
- *Oportunidad de la floración*: Según el momento en que aparece dentro de la curva de floraciones de la zona, el estado de evolución de la colmena, y el recurso que aporta, una floración puede ser muy oportuna, oportuna o indiferente.
- *Intensidad y longitud de la floración*: En general, en las especies de floración corta, se produce un aumento del número de flores hasta que se alcanza la plenitud y después de un corto estadio de máxima intensidad, desciende progresivamente hasta el final.

Con el fin de lograr el éxito en la polinización los mecanismos de evolución han generado en la vegetación y las plantas varios elementos de atracción, denominados síndromes florales, entre estos se reconocen los siguientes:

- *Nectarios*: Los nectarios son los órganos que secretan néctar ubicándose en diversos lugares de la planta. Pueden ser florales (ej. en estambres, pétalos, sépalos, ovario), o extraflorales (ej. en pecíolo).
- *Colores*: Los colores de las flores son mucho más ricos y complejos que lo que puede percibir el ojo humano, ya que incluyen el ultravioleta. Las abejas poseen receptores para este color y así pueden percibir complicados diseños ultravioletas que convergen hacia el centro de la flor guiándolas hacia el alimento. El rojo es percibido como negro por estos insectos.
- *Perfumes*: Cuando una planta pasa del estado vegetativo al reproductivo, se produce una gran emanación de sustancias volátiles, denominada "estallido de olor", que funciona como llamado a los polinizadores. Estas sustancias se liberan a través de órganos denominados osmóforos, que se localizan especialmente en los pétalos.



IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite definir la potencialidad de la presencia de la flora y vegetación apícola para suministrar adecuadamente fuentes de alimento a las abejas y, por ende, proveer al apicultor los productos y beneficios ecológicos y productivos que esta actividad genera.

Conocer la flora apícola es esencial para los apicultores, ya que les permite identificar las especies vegetales y los recursos que estos proporcionan para la producción apícola. De este modo, la diversidad y abundancia de flora útil para las abejas, define la vocación productiva de los apiarios y se relaciona directamente con el volumen obtenido de los principales productos, así como con los costos de producción para el mantenimiento de los apiarios.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Ausencia de más investigaciones sobre el tema a nivel del país. No se cuenta con modelos de distribución de flora apícola.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión, ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

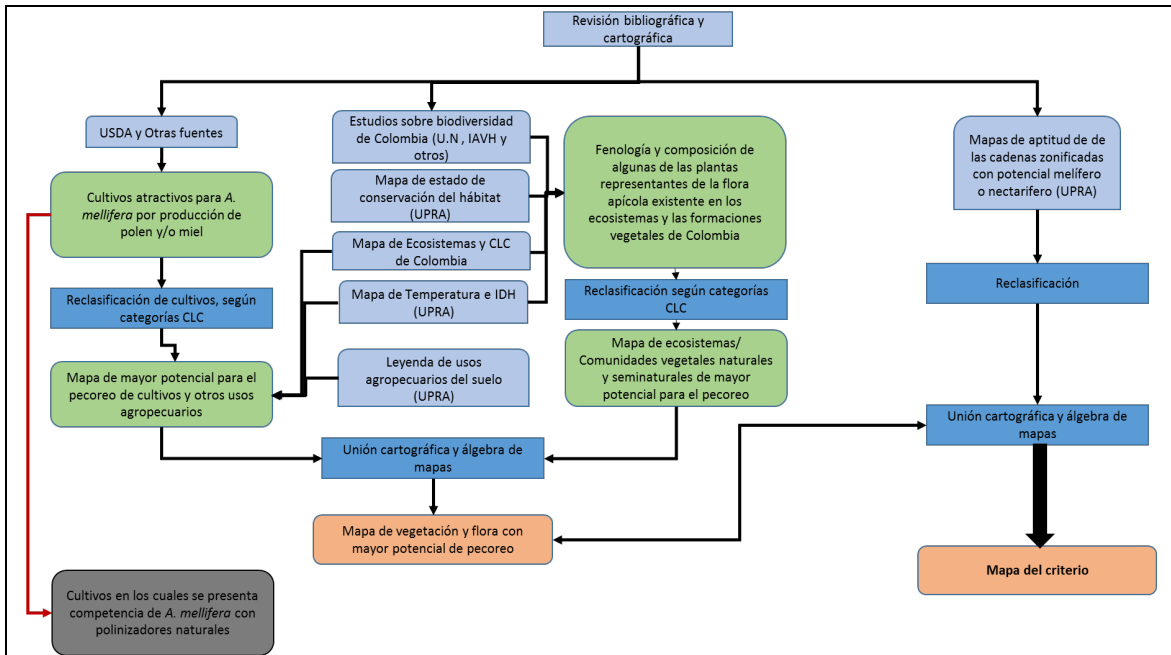
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La evaluación del criterio *potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura*, se llevó a cabo mediante el análisis a partir de información bibliográfica y generación cartográfica de las variables *potencialidad de la flora apícola natural* y *potencialidad de la flora apícola cultivada*.

La elaboración de cada variable se llevó a cabo mediante la determinación de los tipos de flora y vegetación que tienen un alto atractivo y potencial para la atracción en las actividades de pecoreo de *A. mellifera*, tanto en la flora apícola asociada a los diferentes ecosistemas y vegetación natural del país, como en la flora cultivada asociada a las diferentes coberturas agrícolas con potencial melífero.

Una vez obtenidas las salidas cartográficas de cada una de las variables, previa clasificación en rangos de aptitud (alta, moderada y baja), se realizó la síntesis mediante la superposición cartográfica por el valor máximo entre las dos capas, para así obtener el mapa final del criterio.

El procedimiento llevado a cabo para tal fin se muestra en el siguiente diagrama de flujo:



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Descripción	Aptitud
Corresponde a las zonas en las cuales se presenta una alta cantidad de recursos alimenticios provenientes de flora natural y/o cultivada.	Alta (A1)
Corresponde a las zonas en las cuales se presenta mediana cantidad de recursos alimenticios provenientes de flora natural y/o cultivada.	Media (A2)
Corresponde a las zonas en las cuales se presenta baja cantidad de recursos alimenticios provenientes de flora natural y/o cultivada.	Baja (A3)
Coberturas naturales y territorios artificializados, definidos como no agropecuarios	No apto (N1)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- AGROBIT. (S.F). Flora Apícola. Recuperado de: https://agrobit.com/info_tecnica/alternativos/apicultura/aL_000003ap.htm
- Rodríguez, Á. (1978). Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*) / Ángela Rodríguez C. [y otros seis]. -- primera edición. -- Bogotá: (dir.) Guiomar Nates Parra, Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias.
- Tejada-Rico, G., Gonzalez, S., Miranda, K., Palmera, K., Carbone, E. y Sepúlveda-



2.1.1. Variable *potencialidad de la flora apícola natural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura</i>		
VARIABLE: <i>potencialidad de la flora apícola natural</i>	UNIDAD DE MEDIDA: número de especies reportadas con potencial apícola	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Define la flora silvestre asociada a la vegetación y a los ecosistemas naturales de Colombia. Diversos investigadores han identificado la flora como de alto potencial para el pecoreo de <i>Apis mellifera</i> .		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
El conocimiento del potencial de pecoreo y de fuentes de alimentación para <i>A. mellifera</i> , que tiene la flora silvestre del país y su asociación con los diferentes tipos de vegetación presentes en los ecosistemas naturales representa un aspecto de vital importancia en la zonificación de la aptitud para las actividades apícolas. Dicho entendimiento, permite al apicultor la implementación de los apiarios en zonas aledañas a estos tipos de vegetación con una alta probabilidad de obtener alimento adecuado (néctar, polen) para asegurar éxito en sus actividades productivas.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
En el análisis de esta variable, las zonas del territorio nacional calificadas como no aptas (N1), son aquellas excluidas por las exclusiones técnicas y legales de las coberturas por fuera de la frontera agrícola del país.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Esta variable al ser realizada mediante información secundaria, algunas veces no georreferenciada, puede presentar que la información contenga cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los errores asociados a la falta de información más detallada.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
La metodología empleada para evaluar esta variable se fundamentó en los siguientes procedimientos:		
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de bibliografía de la flora silvestre reportada con alto potencial apícola 		



y de pecoreo en el país (286 especies evaluadas)

- Revisión de lugares en los cuales se han colectado dichas plantas en el herbario Nacional Colombiano, con el propósito de establecer su distribución geográfica y de tener criterios de georreferenciación. La tabla 1 presenta un extracto de la información utilizada y georreferenciada mediante la investigación realizada en herbario.
- Los géneros de abejas descritos en la tabla 1 corresponden a:

1. *Apis mellifera*
2. *Tetragonisca*
3. *Melipona*
4. *Nannotrigona*
5. *Tetragona*
6. *Frieseomelita*
7. *Paratrigona*
8. *Scaptotrigona*
8. *Bombus*
9. *Xylocopa*
10. *Epicharis*
11. *Chlerogella*
12. *Augochloropsis*

Y los recursos obtenidos se refieren a:

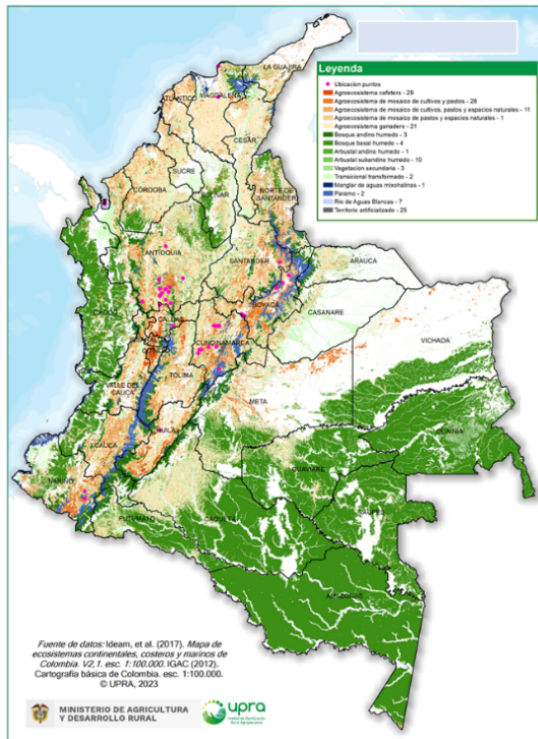
1. Nectar
2. Polen
3. Mielato
4. Resina

Tabla 1. Ejemplo de captura de información de las especies de flora natural con potencial apícola.

N°	FAMILIA	ESPECIE	GÉNERO DE ABEJA REPORTADO													RECURSO OBTENIDO				Latitud	Longitud				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4						
1	Acantaceae	<i>Trichanthera gigantea</i>		x														x						4.41.38	74.25.49
2	Actinidiaceae	<i>Saurauia aromatica</i>	x																x					5.11.00	74.15.00
3	Actinidiaceae	<i>Saurauia scabra</i>	x		x													x	x					4.32.39	74.40.14
4	Actinidiaceae	<i>Saurauia yasicae</i>																	x					4.41.38	74.25.49
5	Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i>	x																x	x				1.19.12	77.18.31
6	Adoxaceae	<i>Viburnum sp.</i>	x																x	x				5.11.00	74.15.00
7	Adoxaceae	<i>Viburnum sp.</i>	x																x	x				5.42.46	75.18.35



Figura 1. Clasificación de ecosistemas de acuerdo con el número de especies reportadas



- Asignación de rangos de aptitud por ecosistema, según el número de especies apícolas presentes.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos para la variable:

Descripción	Aptitud
Alto número de especies de flora natural reportadas con potencial apícola >20	Alta (A1)
Moderado número de especies de flora natural reportadas con potencial apícola 10-20	Media (A2)
Bajo número de especies de flora natural reportadas con potencial apícola <10	Baja (A3)
Coberturas naturales y territorios artificializados, definidos como no agropecuarios	No apto (N1)

Unidad de análisis

Polígono de ecosistemas

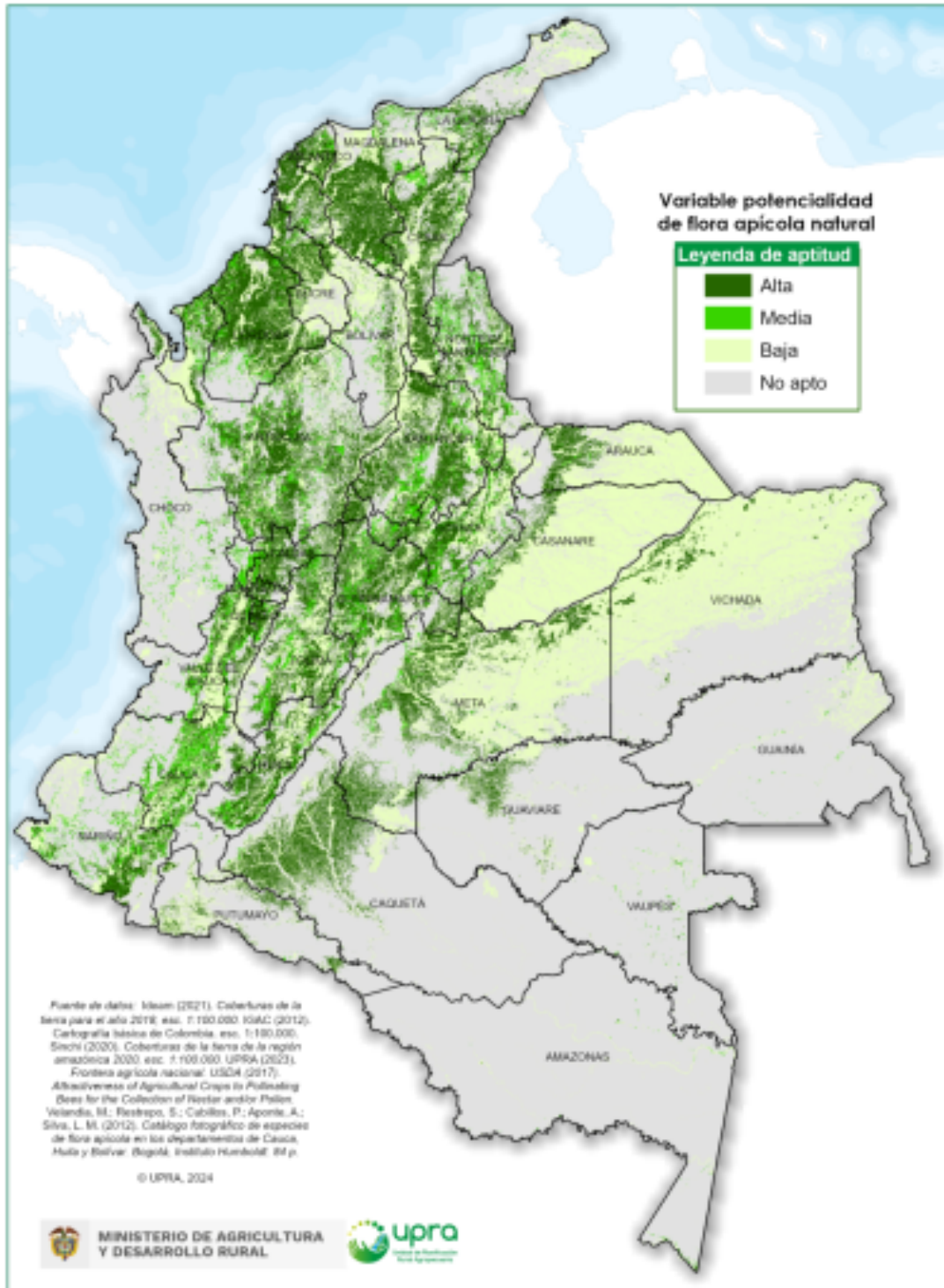


FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fernández, G. (2020). Identificación de la flora apícola relacionada con las tasas de producción de miel de *Apis mellifera* en el municipio de Tierralta, Córdoba – Colombia. Trabajo de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Escuela de ciencias agrícolas, pecuarias y del medio ambiente. Programa de Ingeniería Agroforestal. Tierralta – Córdoba.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2018). Mapa Coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Instituto Humboldt), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2017). Memoria técnica. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000. 170 p.
- Rodríguez, Á. (1978). Polinización por abejas en cultivos promisorios de Colombia: Agraz (*Vaccinium meridionale*), Chamba (*Campomanesia lineatifolia*) y Cholupa (*Passiflora maliformis*) / Ángela Rodríguez C. [y otros seis]. -- primera edición. -- Bogotá: (dir.) Guiomar Nates Parra, Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias.
- Silva, L.M. y Restrepo, S. (2012). Compendio de calendarios apícolas de Cauca, Huila y Bolívar. Bogotá, Instituto Humboldt. 52 p.
- Tejada-Rico, G., Gonzalez, S., Miranda, K., Palmera, K., Carbone, E. & Sepúlveda-Cano, P. (2019). Laboratorio de Investigaciones en Abejas – LABUN. Flora con potencial apícola asociada a plantaciones orgánicas de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) en el departamento del Magdalena. Palmas, 40(4), 13-28.
- Velandia, M.; Restrepo, S.; Cubillos, P.; Aponte, A. y Silva, L. M. (2012). Catalogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar. Bogotá, Instituto Humboldt. 84 p.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2.1.2. Variable *potencialidad de la flora apícola cultivada*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>potencial de flora y de vegetación que favorece la apicultura</i>		
VARIABLE: <i>potencialidad de la flora apícola cultivada</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Categoría cualitativa del potencial atractivo de especies de flora cultivada reportadas con potencial apícola	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Valora el potencial del atractivo que ejercen las plantas cultivadas en los grupos de cultivos en Colombia en cuanto a la capacidad de pecoreo de <i>Apis mellifera</i> .		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La evaluación de esta variable es de vital importancia para el conocimiento de las fuentes potenciales de alimentación (néctar, polen), por parte de <i>Apis mellifera</i> , en las zonas agrícolas del país. Brinda la posibilidad de que el establecimiento de apiarios sea exitoso como una actividad productiva de los renglones agropecuarios; adicionalmente, da una aproximación al gran papel que las abejas melíferas tienen en la prestación del servicio ecosistémico de polinización.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
En el análisis de esta variable, las zonas del territorio nacional calificadas como no aptas (N1), son aquellas excluidas por las exclusiones técnicas y legales de las coberturas por fuera de la frontera agrícola del país.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Dada la falta información específica sobre algunos cultivos, así como la falta de especificidad del conocimiento de ciertos aspectos relacionados con el uso actual y la fenología de las plantas cultivadas, hace que esta variable sólo se pueda tomar como un marco de referencia lo más cercano a la realidad posible.		
No obstante, sirve como una suposición razonable del atractivo de la flora cultivada para las abejas, sin olvidar que existe un cierto grado de incertidumbre para la calificación, ya que el atractivo puede variar incluso dentro de las familias de plantas y de su etapa fenológica.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
La información para la Lista de cultivos atractivos para los polinizadores de abejas se recopiló a partir de la información referida en el estudio <i>Attractiveness of Agricultural Crops to</i>		

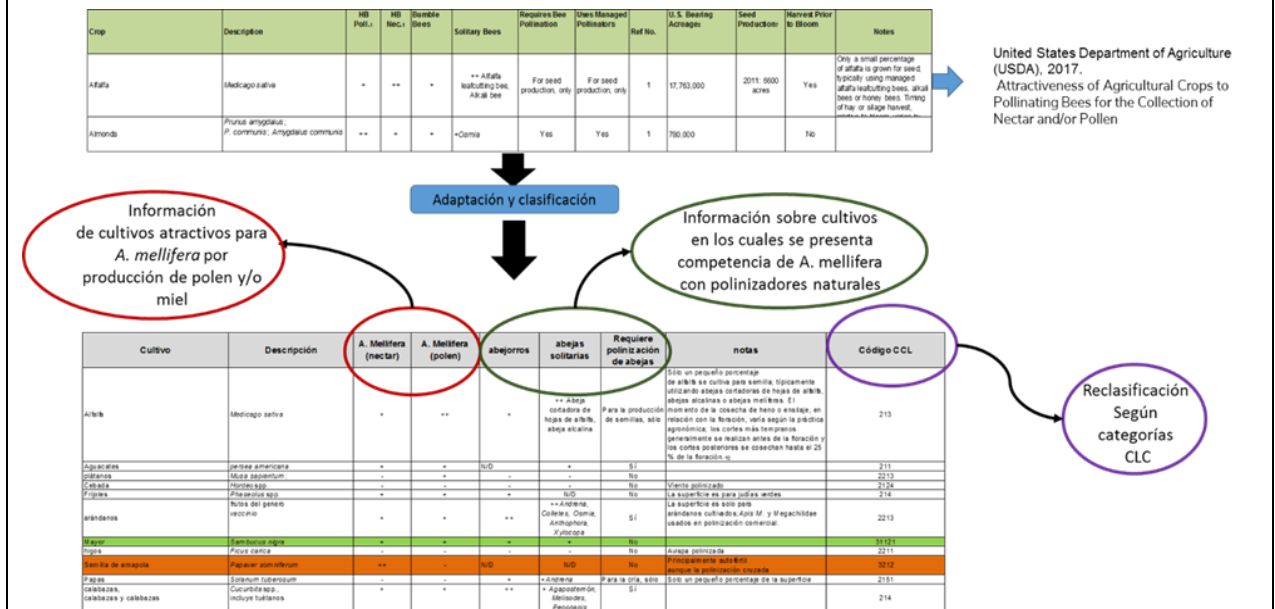


Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen realizado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2017), el cual recoge a partir de múltiples fuentes, (información publicada, recursos universitarios, extensión agrícola y opiniones de expertos) información sobre la polinización de cultivos específicos.

Los procesos metodológicos llevados a cabo para la evaluación de esta variable fueron los siguientes:

- Revisión de bibliografía de la flora cultivada reportada con alto potencial apícola y de pecoreo, según la información definida por la USDA (2017).
- Asignación de áreas de tipos de cultivo a las categorías de usos agropecuarios del mapa de cobertura Corine Land Cover (IDEAM, 2018), de acuerdo con lo propuesto por la UPRA e IGAC (2015), según el suministro principal de alimento a las abejas (néctar o polen) (Figura 1).
- Determinación de número de especies cultivadas por cada categoría de uso del mapa de cobertura, a través de un análisis de correspondencia canónica, mediante el uso del software PAST (Natural History Museum University of Oslo, 2023). Este análisis se fundamenta en definir la correspondencia de una matriz de sitio/especie, donde cada sitio ha dado valores para una o más variables ambientales, por medio de esto se caracterizó cada una de las categorías del mapa de cobertura por importancia de presencia de especies apícolas cultivadas. Se obtuvieron mapas para suministro de néctar y polen (Figura 2 y 3).

Figura 1. Metodología de homologación de especie de planta cultivada a la categoría de coberturas Corine Land Cover



United States Department of Agriculture (USDA), 2017. Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen



Figura 2. Áreas de cultivo con atractivo especial por suministro de néctar para *Apis mellifera*.

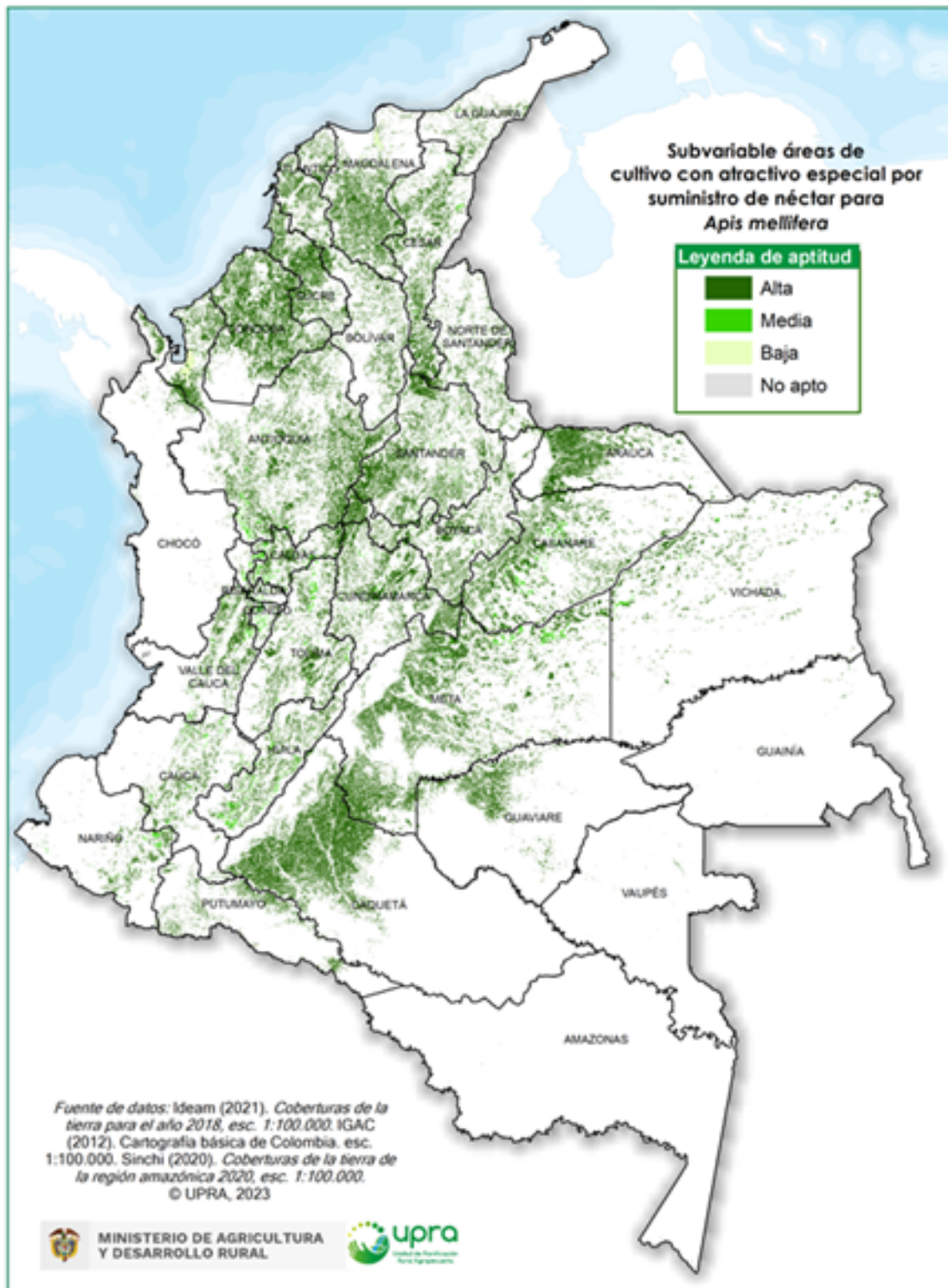
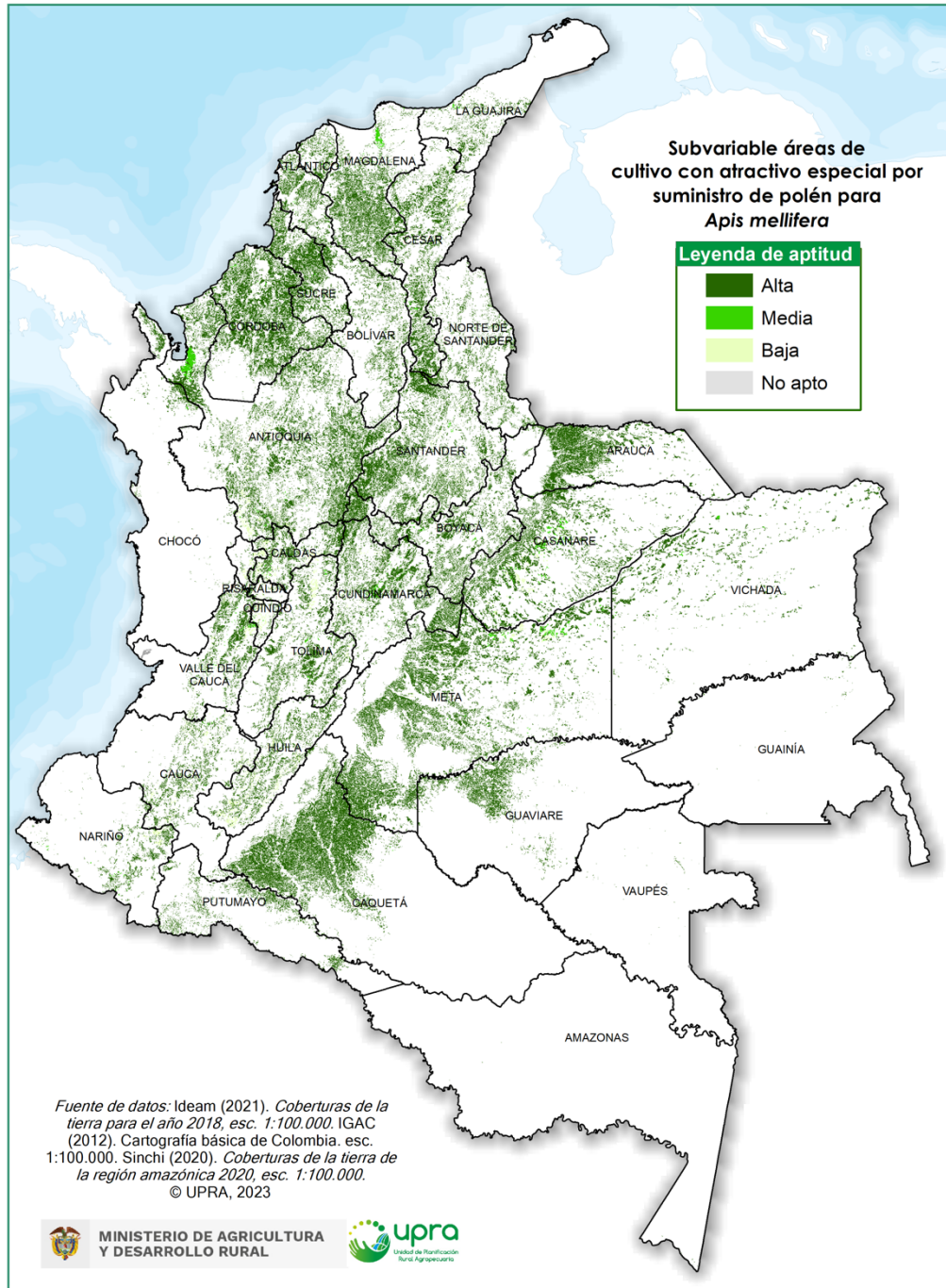




Figura 3. Áreas de cultivo con atractivo especial por suministro de polen para *Apis mellifera*.



Finalmente, el mapa de la variable se obtuvo a través de la superposición cartográfica de los dos mapas obtenidos (atractivo de cultivos por producción de polen y de néctar), mediante álgebra de mapas por el valor máximo. Fueron adicionados los polígonos de existencia de cultivos de *Acacia mangium*, debido al potencial para la obtención de mielato de acacia.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos para la variable:

Descripción	Aptitud
Alto número de especies de flora cultiva reportadas con alto potencial atractivo para suministro de néctar y/o polen	Alta (A1)
Moderado número de especies de flora cultiva reportadas con moderado potencial atractivo para suministro de néctar y/o polen	Media (A2)
Bajo número de especies de flora cultiva reportadas con bajo potencial atractivo para suministro de néctar y/o polen	Baja (A3)
Coberturas naturales y territorios artificializados, definidos como no agropecuarios	No apto (N1)

Unidad de análisis

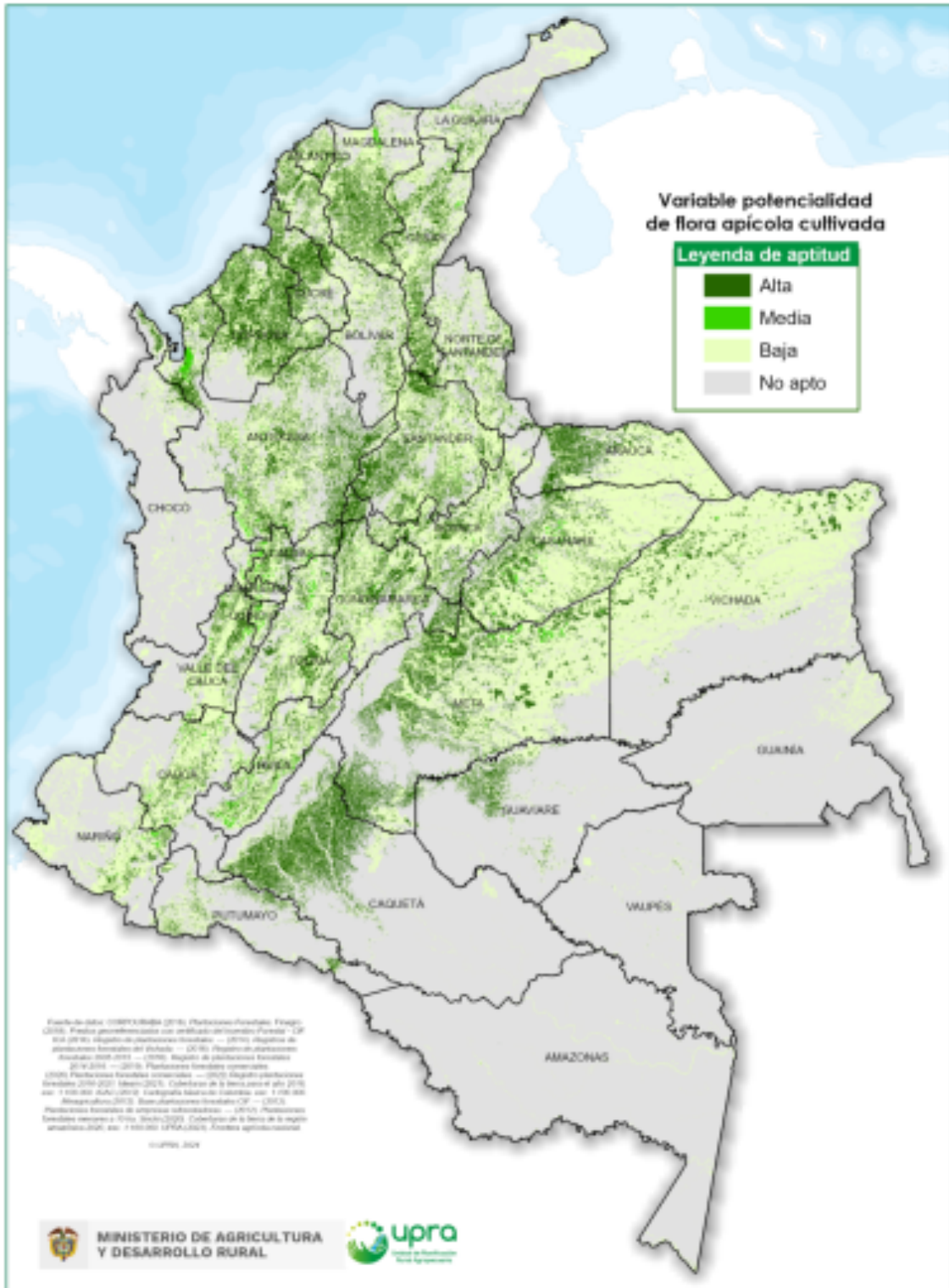
Unidad de cobertura

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2018). Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá.
- Natural History Museum University of Oslo. (2023). PAST. Paleontological Statistics. Version 4.13. Reference manual.
- United States Department of Agriculture (USDA). (2017). Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) e Instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2015). Leyenda de usos agropecuarios del suelo.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2.2. Criterio potencial de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>potencial de flora que favorece mieles y polen tanto diferenciales como especiales</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
No presentan variables, se basa en la identificación de ecosistemas estratégicos que favorecen la producción de mieles y polen diferenciable.		
DEFINICIÓN		
<p>la miel se define como un alimento dulce y viscoso producido, principalmente, por la especie <i>Apis mellifera</i> a partir del néctar floral de plantas y secreciones de plantas o insectos chupadores (Gamboa-Abril, et al., 2012). La composición de la miel varía según la flora colectada, la dinámica enzimática, el procesamiento de las abejas y las condiciones ambientales, de cosecha, envasado y almacenamiento (Crane, 1980). El criterio contempla áreas con producción de mieles de encenillo, mieles de mielato de roble, mieles de mielato de acacia, mieles de bosque seco tropical, mieles de manglares, mieles de zonas cafeteras y áreas de polen altoandino.</p> <p>De acuerdo con Salamanca et al. (2017) la miel presenta alta diversidad debido a su origen botánico, naturaleza, composición y diferencias en las tonalidades de color. Para Rodríguez (2016) el factor que más influye en la composición de la miel es la variedad de plantas de las que se ha obtenido el néctar. Sin embargo, mieles del mismo origen botánico pueden presentar diferencias significativas según su origen geográfico y estacional (Juan-Borrás et al. 2014), puesto que en una región específica se llegan a presentar diferencias climáticas y ambientales (Lazaridou et al. 2004).</p> <p>Nates-Parra et al. (2013) señala que las mieles se pueden diferenciar de acuerdo con su origen botánico y geográfico, debido a que las abejas seleccionan y utilizan los recursos florales y/o no florales en diferentes proporciones de acuerdo con su distribución y abundancia espacial y temporal en las zonas de producción apícola.</p> <p>De acuerdo con el origen botánico, las mieles se clasifican en monoflorales, procedentes totalmente o en su mayor parte de una sola especie botánica y poseen las características</p>		



organolépticas, fisicoquímicas y microscópicas propias del néctar de dicha planta (Castro, 2018). Por el contrario, las mieles multiflorales se obtienen del néctar de varias plantas (Castro *et al.*, 2014). Sin embargo, como lo menciona Gašić *et al.* (2014), la miel nunca se deriva de una sola fuente botánica, por lo que el término de *miel monofloral* es utilizado para describir la miel cuyo contenido de polen proviene en su mayoría de una especie de planta (\geq al 45%) (Montenegro *et al.*, 2009).

La caracterización de una miel como monofloral, le da un valor agregado en el mercado nacional e internacional (Salamanca, 2013). Algunas son consideradas como una clase de miel más valiosa; por lo que usualmente se venden a precios más altos (Castro, 2015).

Dadas las condiciones de confluencia intertropical en Colombia se producen mieles en distintos periodos de tiempo, variadas condiciones climáticas locales y microclimas. Se han definido mieles monoflorales como las de acacia (*Acacia mangium*), café (*Coffea arabica*), encenillo (*Weinmannia* sp.) y mieles de mielato propias de roble (*Quercus humboldtti*), las cuales han sido relacionadas a los apicultores y a la cadena de las abejas y la apicultura en Colombia (Salamanca *et al.*, 2017).

La miel de mielato o *mielada* procede principalmente de excreciones de insectos succionadores del orden Hemíptera, de las partes vivas de las plantas, o de secreciones de partes vivas de las plantas, y en Colombia existe el mielato de roble (Gamboa *et al.*, 2012). En miel extrafloral, las abejas succionan el líquido de los nectarios extraflorales de las plantas (Mohammed *et al.*, 2013), como es el caso de la miel de *Acacia mangium* en Vichada, dado que las plantaciones de *A. mangium* generan néctar extrafloral continuamente (Castro, 2018).

Rodríguez (2016) señala que, en ciertas zonas de Colombia, la producción apícola converge con el cultivo de café, generando una sinergia que beneficia ambas actividades económicas.

De acuerdo con Nates-Parra *et al.* (2013) también se encuentran mieles de alto valor diferenciadas por origen geográfico, como es el caso de las mieles de encenillo (*Weinmannia* sp.), comunes del altiplano cundiboyacense (ACB), puesto que corresponde a uno de los géneros de plantas más abundantes en los matorrales y bosques andinos, particularmente en la Sabana de Bogotá (Cortés, 2003). El encenillo es una especie arbórea endémica, asociada a bosques en los entornos de páramo y subpáramo de Colombia, que crece entre 2600 a 3700 m s. n. m. Es una especie forestal de interés apícola debido a los flujos de néctar que permiten cosechar miel monofloral como resultado de la relación planta-insecto. Esta especie aporta polen, néctar y



exudaciones, que las abejas colectan para la elaboración de propóleos (Salamanca et al., 2017).

Adicionalmente, se presentan mieles propias de climas secos en las que se han encontrado contenidos más altos de flavonoides (Muñoz et al., 2007).

Además de las mieles, se reconoce una producción de polen diferencial en las altas montañas de la Cordillera Oriental de Colombia (2000-3000 m s. n. m.), proveniente de plantas nativas de los bosques altoandinos (Chamorro et al., 2017).

Nates-Parra et al. (2013) reconoce la importancia de la vegetación natural como fuente de diferenciación para las mieles de las distintas regiones.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Las abejas se ven atraídas a diferentes especies vegetales por señales visuales y olfativas, a partir de las cuales obtienen el néctar y el polen. Dicha disponibilidad de recursos varía de una fuente a otra, lo que permite tener diferenciación de los productos apícolas, puesto que las abejas, además de los componentes nutricionales, absorben compuestos aromáticos, aceites esenciales y compuestos bioactivos (Rodríguez, 2016). Por otro lado, la elección de recursos por parte de las abejas también se debe al costo energético que implica tomar el alimento de una fuente floral específica, la eficiencia, disponibilidad y calidad de los recursos y los periodos de floración de las plantas (Montoya, 2011).

La miel es una sustancia natural producida por las abejas de diferentes especies a partir del néctar de las flores o las secreciones de las partes vivas de las plantas (Codex Alimentarius Commission, 2001), y presenta características diferenciales de acuerdo con su origen botánico, climático y geográfico (Lazaridou et al. 2004). Dichas características específicas referentes al origen son apreciadas por el consumidor, generando a los apicultores y la industria la oportunidad de acceder a nuevos mercados y obtener mayor ganancia de sus productos (Juan-Borrás et al. 2014).

Sin embargo, los estudios asociados a estos productos apícolas diferenciales son escasos y limitados a áreas geográficas pequeñas (Chamorro et al., 2013). Por lo tanto, se presenta la importancia de ayudar en la construcción de un conocimiento más amplio del origen botánico y la variación a lo largo del rango geográfico de los recursos florales que permiten la elaboración de estos productos (Chamorro et al., 2017), lo cual contribuye a su valor agregado.



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó el criterio. Se requieren más estudios que permitan delimitar la distribución de estas mieles diferenciales, como es el caso de la distribución de bosques de roble, encenillo, bosque seco.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión, no se presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se reconocen diversos tipos de miel diferenciadas por cualidades que dependen de su origen floral, geográfico o tecnológico (Salamanca, 2013). Se reconocen mieles monoflorales, multiflorales y mieles de mielato provenientes de nectáreos extraflorales y exudaciones de las plantas, generados por insectos chupadores (Ortega, 1987).

Salamanca (2013) propone el estudio de unidades apícolas desde la perspectiva de zonas de vida, lo cual permite espacializar estos productos diferenciables. Por tanto, el criterio se analiza mediante la espacialización de los siguientes productos diferenciables:

- *Mielato de roble*

El mielato es una sustancia rica en azúcares, minerales y otros componentes provenientes de la extracción de partes vivas de las plantas por insectos chupadores denominados fitófagos del orden *Hemiptera* (Bentabol et al., 2011). En el 2011 en Colombia fue reconocida la producción de miel de mielato de insectos *Stigmatococcus asper* (Kondo, 2001) en el corredor de bosques de roble nativos (*Quercus humboldtti*) (Chamorro, 2011).

Stigmatococcus asper es un hemíptero que utiliza su aparato bucal para acceder a la sabia del roble y alimentarse de ella, y los excesos de esta son expulsados en forma de gotas denominadas *mielato*, *ligamaza* o *mielada* (Crane, 1976), cuyo recurso es utilizado por las abejas para la elaboración de miel de mielato (Chamorro et al., 2013). Según Barth (1970) la miel de mielato nunca se produce de forma pura y usualmente puede estar acompañado por porcentajes variables de miel floral, debido a que las abejas al mismo tiempo que recolectan mielato no dejan de visitar flores para recoger néctar (Gamboa, 2018).

En Colombia, esta miel de mielato proviene del corredor de bosques de roble nativo (*Quercus humboldtti*) que se localiza en la Cordillera Oriental, en la zona andina



(Chamorro et al., 2013). Este ecosistema se ubica entre los 750 y 3.400 m s. n. m. (Reyes, 2020), en las zonas de vida de bosque subandino, andino y altoandino, formando bosques homogéneos y mixtos conocidos como robledales en las vertientes inter e intra andinas menos húmedas de las tres cordilleras y en especial en la cordillera Oriental (Gamboa, 2018) y en algunos macizos aislados del Caribe colombiano (Avella y Cárdenas, 2010).

De acuerdo con Solano et al. (2005) en los departamentos de Santander y Boyacá, se encuentran los bosques de roble más extensos del país. Este producto es comercializado en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander gracias a su reconocimiento e introducción en el mercado por parte de apicultores de las asociaciones correspondientes a estos departamentos (Reyes, 2020).

- *Mielato de acacia*

La miel de acacia se encuentra dentro de la definición de miel extrafloral, cuyo néctar es succionado por las abejas de los nectarios extraflorales de las plantas (Mohammed et al., 2013).

La miel de *Acacia mangium* presenta una composición interesante en minerales, compuestos fenólicos, perfil de azúcares y su capacidad antioxidante frente a moléculas oxidativas (Castro, 2018). Para Salamanca et al. (2017) se puede clasificar como una miel monofloral.

Desde el 2014 se tienen grandes extensiones de cultivos de acacia en la región de Vichada, que han albergado millones de abejas con producción de miel, lo que ha generado a la expansión apícola en la región (MinAgricultura, 2015).

- *Mieles de encenillo*

Para Salamanca et al. (2017), la miel de encenillo se cataloga como una miel monofloral, proveniente de una especie arbórea endémica *Weinmania tomentosa*, que crece en los entornos de paramo y subpáramo, entre los 2600 y 3700 m s. n. m. Esta especie aporta altos flujos de néctar, polen y exudaciones, lo cual permite cosechar una miel monofloral.

- *Mieles de café*

La incorporación de colmenas dentro del sistema productivo de café, ha favorecido la producción de miel monofloral con interesantes atributos fisicoquímicos y bioactivos (Castro et al, 2021). Sin embargo, para Nates et al. (2013), debido a la biodiversidad de las zonas cafeteras en Colombia, no es posible clasificar las mieles como monoflorales puesto que este cultivo suele estar rodeado de muchas especies melíferas visitadas por las abejas para tomar su alimento.



Departamentos como Santander, Cauca y Magdalena presentan características comunes en la producción de cafés especiales y sinergia con la actividad apícola (Rodríguez-Medina, 2016), puesto que comparten características comunes como mismo rango altitudinal (1200 – 1800 m s. n. m.), flora circundante (*Cecropia* sp., *Coffea arabica*, *Mimosa* sp., *Piper* sp., *Dictyocaryum lamarkianum*, entre otros), precipitación fluvial (1800 a 2000 mm/año), brillo solar (1600 a 2000 horas de sol al año), temperatura promedio (19 a 22 °C) y pH del suelo (5,0 a 5,5), entre otros (Oliveros, 2011; Jaramillo, 2012; León-Bonilla & Nates-Parra, 2014 y Castro, 2015). Se ha indicado que las mieles procedentes de estas zonas cafeteras poseen características comunes que les permiten agruparse en una misma categoría (Rodríguez-Medina, 2016).

- *Polen diferenciable*

La producción de polen de abeja se considera una actividad complementaria a la producción de miel. En el altiplano Cundiboyacense, localizado en la cordillera Oriental de Colombia entre los 2000 y 3000 m s. n. m., existen apicultores altamente especializados en la producción de polen (Chamarro et al., 2017). Los análisis fisicoquímicos de este producto han demostrado altos niveles de proteínas, fibra dietética, lípidos y minerales (potasio, calcio, hierro) indicando un potencial de diferenciación de otras variedades a nivel mundial (Zuluaga et al., 2015). Tales características se deben a las plantas nativas que se encuentran en los bosques altoandinos consideradas como importantes recursos florales (Sánchez et al., 2013).

- *Mieles de bosque seco tropical*

Como se ha nombrado anteriormente, la calidad de la miel depende de su composición química y origen botánico, sin embargo, de acuerdo con Bertoncelj et al. (2011), los perfiles de flavonoides están determinados no solo por el origen botánico, sino también por el geográfico y por condiciones climáticas de la zona. Muñoz et al., (2007) encontraron un mayor contenido de flavonoides en mieles de climas secos.

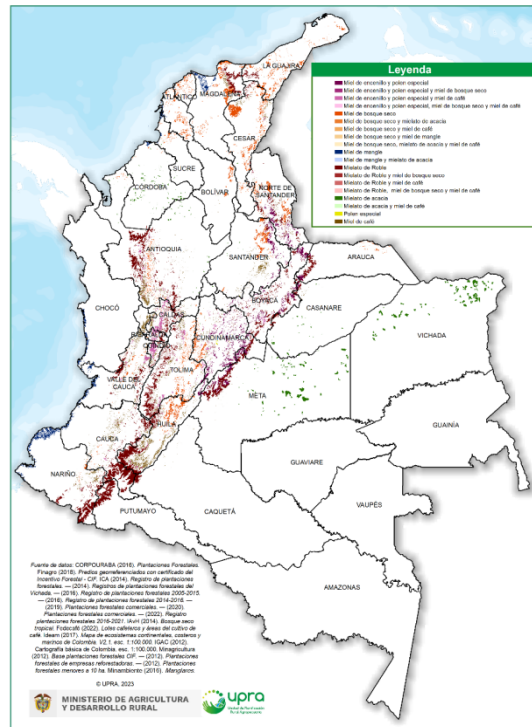
Para la espacialización de los mielatos de roble, mieles de encenillo, bosque seco, manglar, y café se llevó a cabo el cruce entre la capa de biomas, coberturas y mapa de ecosistemas continentales, costeros y marino de Colombia (Ideam, 2017), considerando las características y distribución descrita anteriormente. Adicionalmente, para las mieles de café se complementó la información con los lotes y áreas del cultivo de café suministrados por FEDECAFE (2022). Para las mieles de bosque seco se fortaleció con el mapa de bosque seco tropical de IAvH (2014). Mieles de manglar con el mapa de manglares de Minambiente (2016). Los mielatos de acacia se identificaron con la existencia de plantaciones de acacia que incluye



información de Corpourabá (2016), Finagro (2018), ICA (2014), ICA (2016), ICA (2019), ICA (2022) y Minagricultura (2012).

Para espacializar el polen diferenciable se consideró la información suministrada por el Laboratorio de Abejas del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (LABUN), asociada a las coordenadas de puntos de recolección, a partir de la cual se determinaron los ecosistemas asociados y se calificaron los polígonos como *polen especial*.

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN APÍCOLA
CRITERIO POTENCIAL DE FLORA QUE FAVORECE MIELES Y POLEN DIFERENCIALES Y ESPECIALES



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Categorías de aptitud	Descripción
Alta (A1)	Corresponde a los polígonos de mielato de roble, mielato de acacia, mieles de encenillo, café, bosque seco y manglar. Polígonos de ecosistemas asociados a polen diferenciable.

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

- Avella, A. y Cárdenas, L. (2010). Conservación y uso sostenible de los bosques de roble en el corredor Guantiva-La Rusia- Iguaque, departamentos de Santander y Boyacá. *Colombia Forestal*, 13(1): 5-26.
- Bart H, O. M. (1970). Análise microscópica de algumas amostras de mel. 5: melato ("honeydew") em mel de abelhas. Em: *Revista Brasileira de Biología* 30: 601-608.
- Bentabol Manzanares, A., Hernández García, Z., Rodríguez Galdón, B., Rodríguez, E. y Díaz Romero, C. (2011). Differentiation of blossom and honeydew honeys using multivariate analysis on the physicochemical parameters and sugar composition. *Food Chemistry*, 126(2), 664–672. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.003
- Bertoncej, J., Polak T., Kropf U., Korošec M. y Golob T. (2011). LC-DAD-ESI/MS. Analysis of flavonoids and abscisic acid with chemometric approach for the classification of Slovenian honey. *Food Chemistry*, 127, Issue 1, 296–302.
- Castro, E., Quicazán, M., Mojica, A. y C. Zuluaga. (2021). Bioactive and physicochemical profile of honey collected from Colombian organic and conventional coffee growing áreas. *Journal of Apicultural Research*, 2021 <https://doi.org/10.1080/00218839.2021.1889221>
- Castro, L. (2018). Evaluación de la composición, calidad y generación de valor de miel de abejas originaria de zonas forestales en la altillanura del departamento de Vichada. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias Bogotá.
- Castro, E. (2015). Evaluación de indicadores para la diferenciación de mieles provenientes de la zona cafetera de la Sierra Nevada de Santa Marta. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos Bogotá.
- Castro, E., A. Erazo, M. Quicazán y J. Marín. (2014). Identificación del perfil de flavonoides y ácidos fenólicos en mieles de la Sierra Nevada de Santa Marta por medio de cromatografía líquida. ISBN: 2390-0148. Memorias Encuentro Nacional de investigación y Desarrollo ENID. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Septiembre 5-9 de 2014.
- Chamorro, F., León, D., Montoya-Pfeiffer, P., Solarte, V. y G. Nates-Parra. (2017). Botanical origin and geographic differentiation of bee-pollen produced in high mountains from the Colombian eastern Andes. Grana, 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/00173134.2017.1283440>
- Chamorro, F. J., Nates-parra, G., y Kondo, T. (2013). Mielato de *Stigmatococcus asper* (Hemíptera: Stigmatococcidae): recurso melífero de bosques de roble en Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 39(1), 61–70. http://www.sci.unal.edu.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-04882013000100012&lng=es&nrm=iso



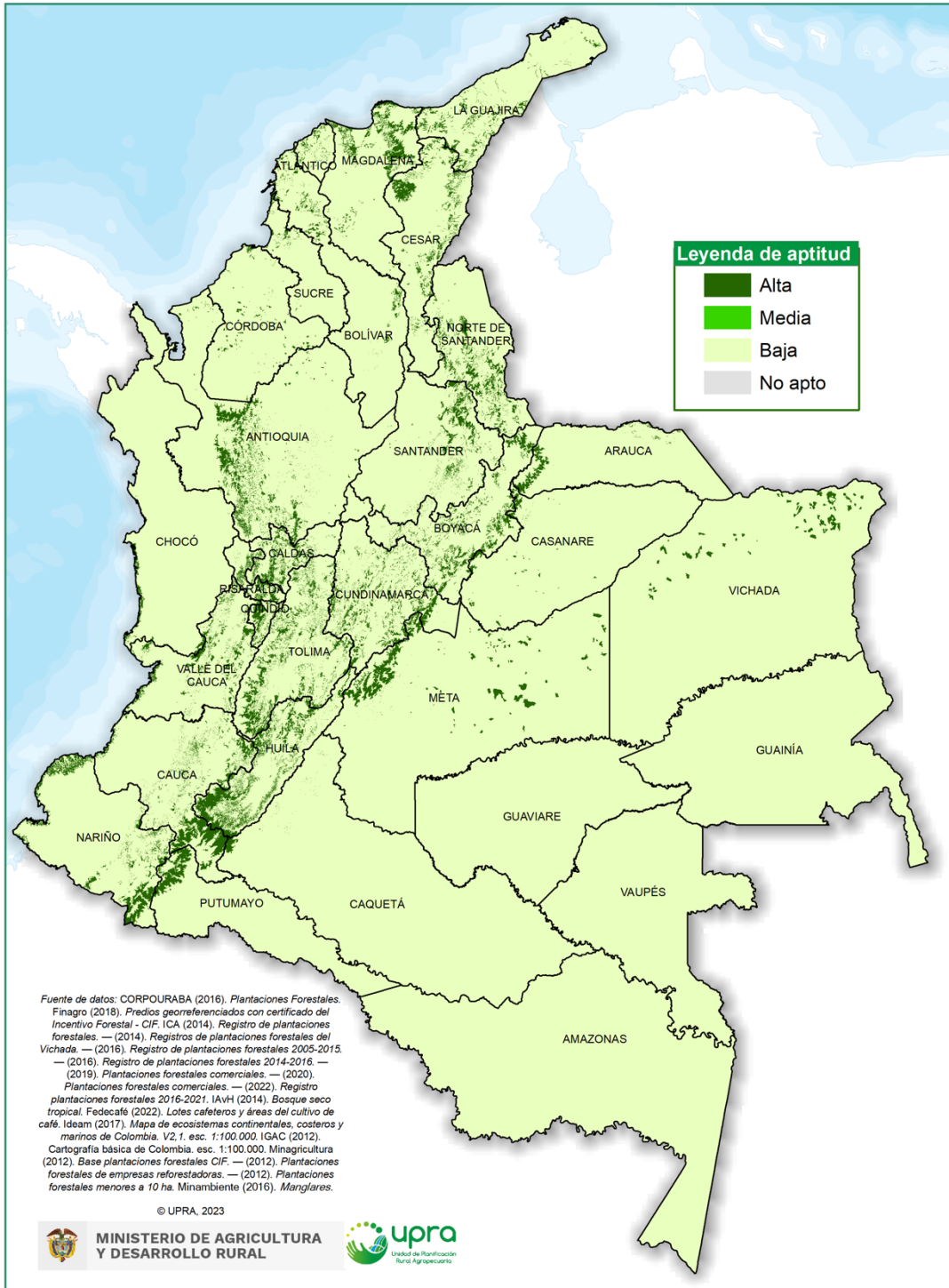
- Chamorro, F. J. (2011). Caracterización de la miel y el polen como productos forestales no maderables de los bosques de roble en el departamento de Boyacá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Codex Alimentarius Commission. Revised Codex Standard for Honey. Codex STAN. (2001); 12-1981.
- Cortés, S. (2003). Estructura de la vegetación arbórea y arbustiva en el costado oriental de la Serranía de Chía (Cundinamarca). *Caldasia*. 2003;25(1):19-137.
- Crane, E. (1976). A comprehensive survey. International Bee Research Association. Morrison and Gibb Ltd. London.
- Crane, E. (1980). A book of Honey. Oxford University Press
- Gamboa, M. (2018). Estudio e identificación de características de composición y bioactividad propias de miel de mielato de *Apis mellifera*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias. Programa Interfacultades.
- Gamboa, V., Díaz, C. y J. Figueroa. (2012). Typification of oak (*Quercus Humbolt*) honeydew honey from Boyacá and Santander. *Vitae*. 19(1): S382–S384.
- Gašić, U., Kečkeš, S., Dabić, D., Trifković, J., Milojković-Opsenica, D., Natić, M. y Tešić, Z. (2014). Phenolic profile and antioxidant activity of Serbian polyfloral honeys. *Food Chemistry*, 145, 15, 599-607.
- Jaramillo A. (2012). Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (*Coffea arabica*: Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia; 2012.
- Juan-Borrás, M., Domenech, E., Hellebrandova, M. y I. Escriche. (2014). Effect of country origin on physicochemical, sugar and volatile composition of acacia, sunflower and tilia honeys. *Food Res Int*. 2014; 60:86–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.045>
- Kondo, T. (2001). Las Cochinillas de Colombia (Hemiptera: Coccoidea), 2(1), 31–47.
- Lazaridou A, Biliaderis CG, Bacandritsos N. y Sabatini AG. Composition, thermal and rheological behaviour of selected Greek honeys. *J Food Eng [Internet]*. 2004 Sep [cited 2014 Oct 21]; 64(1):9–21. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877403003595>
- León-Bonilla, D. y Nates-Parra, G. (2014). Vegetación asociada a cultivos orgánicos y convencionales de café en la Sierra Nevada de Santa Marta. 2014; 1:2–4.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Informe sectorial cadena productiva de las abejas la apiculturala-2015. Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura.
- Montoya, P. M. (2011). Uso de recursos florales poliníferos por *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) en apiarios de la Sabana de Bogotá y alrededores. Universidad Nacional de Colombia; 2011.
- Montenegro, G; Ortega, X. y Rodríguez, S. (2009). Producciones de mieles en Chile: Manejo de Apiarios, diferenciación Botánica y propiedades Biológicas. N, Aedo; P,



- Estay; R, Maturana; G, Barros. Grafica Lom. Santiago Chile. P 93-99.
- Mohamed, M., Sulaiman, S.A. y Sirajudeen, K.N.S., (2013). Protective effect of honey against cigarette smoke induced-impaired sexual behavior and fertility of male rats. *Toxicol. Ind. Health* 29, 264–271.
 - Muñoz, O., Copaja, S. y Speisky, H. (2007). Peña Raúl C. Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Quím. Nova*, 30 N°o4, 848-851.
 - Nates-Parra, G., Montoya, P., Chamorro, F., Ramírez, N., Giraldo, C. y D. Obregón. (2013). Geographical and Botanical Origin of *Apis mellifera* (APIDAE) Honey in four Colombian Departments. *Acta biol. Colomb.*, 18 (3):427-438, septiembre - diciembre de 2013
 - Oliveros C. Ingeniería y café en Colombia. *Rev Ing Univ los Andes*. (2011); 33:99–114
 - Ortega, J. L. (1987). Flora de interés apícola y polinización de cultivos. Ediciones Mundi-prensa. Madrid. España.
 - Reyes, A. (2020). Vegetación asociada a robledales productores de mielato en Boyacá. Tesis de pregrado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias básicas. Escuela de ciencias biológicas. Tunja.
 - Rodríguez Medina, D. (2016). Identificación de la huella digital para miel de abejas con origen en zonas cafeteras de Colombia. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Bogotá.
 - Salamanca, G., Osorio, M. y L. Reyes. (2017). Propiedades fisicoquímicas de mieles monoflorales de encenillo de la Zona Altoandina en Boyacá. *Quim. Nova*, Vol. 40, No. 8, 854-864, 2017. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170084>
 - Salamanca, G. (2013). Extracción y cuantificación de los componentes volátiles de mieles florales y monoflorales colombianas. Universidad del Tolima. Departamento de Química. Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo.
 - Sánchez, A.; Castañeda, P. C.; Muños, G. y Téllez, G. (2013). Aportes para el análisis del sector apícola colombiano. *CienciAgro* 2: 469–483.
 - Solano, C., Roa C. y Calle, Z. (Eds.) (2005). Estrategia de desarrollo sostenible del corredor de conservación Guantiva - La Rusia – Iguaque: Boyacá-Santander Colombia. Fundación Natura. Bogotá.
 - Zuluaga, C., Serrato, J. C. y Quicazán, M. (2015). Chemical, nutritional and bioactive characterization of Colombian bee-bread. *Chemical Engineering Transactions* 43: 175–180.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





2.3. Criterio áreas de presión sobre la apicultura

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: áreas de presión sobre la apicultura		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>El criterio se evalúa a través de las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Usos del suelo que afectan la apicultura.</i> <i>Condiciones geográficas que afectan la apicultura.</i> <i>Infraestructura que afecta la apicultura.</i> <p>Subvariables:</p> <ul style="list-style-type: none"> Aspecto (paisaje) Cercanía cuerpos de agua <p>Subvariables:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cercanía centros poblados Cercanía a trapiches Afectación vial Interconexión eléctrica 		
DEFINICIÓN		
<p>Define las zonas con circunstancias críticas que amenazan las poblaciones de abejas polinizadoras, como <i>Apis mellifera</i>, y, en consecuencia, la prestación del servicio ecosistémico de polinización a una región determinada. El criterio espacializa las áreas con mayor y menor favorabilidad para establecer actividades apícolas en relación con factores de estrés antrópicos por cambios de uso del suelo con abundantes agroquímicos en sistemas agrícolas en que predomina el monocultivo y la agricultura de alto impacto; la cercanía a áreas urbanas; y las áreas muy transformadas por la acción humana que limitan los sitios de nidificación y de vegetación que provee alimento a las abejas. También considera los factores de estrés asociados a condiciones geográficas que limitan la actividad del apiario.</p> <p>De acuerdo con De Groot (2023) existen factores de estrés sobre <i>A. mellifera</i> que generan pérdida de colmenas a nivel mundial, dentro de los que se encuentra la escasez de recursos alimenticios asociado al cambio de uso del suelo y uso masivo de pesticidas,</p>		



relacionado con la intensificación convencional de la agricultura, que aumenta los factores de estrés no solamente para *A. mellifera*, sino también para otras abejas.

El cambio de uso del suelo enfocado en la expansión agrícola lleva a la reducción de coberturas naturales afectando la actividad apícola (Dixon *et al.*, 2021), debido a la introducción de amenazas potenciales de exposición directa e indirecta a una amplia gama de insecticidas, fungicidas, herbicidas, que reducen la capacidad de vuelo de las abejas, retrasan el desarrollo de los adultos y reducen la longevidad del panal de cría (Dos Santos *et al.* 2018 y Wu *et al.* 2011).

Además, la expansión agrícola industrial ha motivado el cultivo intensivo de pocos cultivos, y este aumento de los monocultivos ha llevado a homogenizar los paisajes agrícolas, afectando la biodiversidad por disminución de especies vegetales (De Groot *et al.*, 2021), lo que lleva a la pérdida espacial y temporal de recursos florales, y por tanto pueden no satisfacerse adecuadamente los requerimientos nutricionales de las abejas (De Groot, 2023) afectando el almacenamiento de miel, polen y propóleo.

Existen también factores de estrés relacionados con condiciones geográficas o estructuras naturales del paisaje que pueden afectar la distribución de los recursos (De Groot, 2023). Si bien, las abejas requieren de agua para satisfacer sus necesidades y humedecer el polen para facilitar su consumo (Widiatmaka *et al.*, 2016), es importante considerar que los cuerpos de agua corresponden a estructuras naturales del paisaje que pueden generar efectos de barrera, de acuerdo con sus dimensiones, restringiendo el movimiento de diferentes grupos de insectos voladores como las abejas (Wratten *et al.*, 2003), considerando además, que las abejas regresan al nido en repetidas ocasiones durante el día, para abastecer las celdas de cría con polen y néctar, por lo tanto, la presencia de estructuras paisajísticas naturales o artificiales, como amplios cuerpos de agua, pueden afectar negativamente la dinámica de la población, al reducir el acceso a los recursos (Zurbuchen *et al.*, 2010).

Adicionalmente, la cercanía a carreteras y asentamientos urbanos también genera condiciones de estrés a las abejas, puesto que se relaciona con gases de efecto invernadero, contaminación atmosférica y acústica, contaminantes urbanos e industriales y demás factores antrópicos (Maris *et al.*, 2008), además que los vehículos que circulan por las carreteras suelen contener metales pesados (Widiatmaka *et al.*, 2016). De acuerdo con la FAO (1990) la apicultura debe estar a salvo de toxinas y productos químicos, debido a que por la naturaleza higroscópica de la miel es posible que esta absorba dichos contaminantes.

Adicionalmente, el ruido de las carreteras perturba a las abejas (Widiatmaka *et al.*, 2016) y las carreteras también pueden actuar como barreras dificultando el desplazamiento de



las abejas (Koivula y Vermeulen, 2005) lo cual puede afectar la dinámica de la población (Zurbuchen et al., 2010).

Otros factores de estrés para *Apis mellifera*, se relacionan con la exposición a campos electromagnéticos artificiales de baja frecuencia como los de las líneas eléctricas, que pueden obstaculizar el desarrollo, la supervivencia y la navegación de las abejas (Ferrari, 2014), debido a que producen un trastorno de magnetorrecepción relacionado con la alteración de los mapas magnéticos que utilizan durante el vuelo de búsqueda de alimento, provocando desorientación en las abejas por lo que menos recolectores retornaran a la colmena (Hsu et al., 2007).

Por lo tanto, el criterio espacializa aquellas áreas con mayor y menor favorabilidad para el establecimiento de actividades apícolas, en relación con factores de estrés antrópicos asociados a cambios de uso del suelo donde se presenta alta utilización de agroquímicos en sistemas agrícolas con predominio de monocultivo y agricultura de alto impacto, cercanía a áreas urbanas y muy transformadas por la acción humana las cuales limitan sitios de nidificación y de vegetación que provea alimento a las abejas, y factores de estrés asociados a condiciones geográficas que limitan la actividad del apiario.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite comprender y mostrar espacialmente las prácticas relacionadas con la agricultura industrial y de alto impacto, la transformación de ecosistemas naturales efectuada por el hombre, las implicaciones de la homogenización de la diversidad que pueden comprometer la actividad apícola (León, 2014). Por ejemplo, el dominio de monocultivos extensivos puede no satisfacer los requerimientos nutricionales de las abejas (Odox et al., 2012), puesto que el monocultivo puede representar un exceso de un único recurso floral disponible en una época determinada con periodos largos de escasez de alimentos (De Groot et al., 2021), lo que pone en peligro la supervivencia de las abejas, así como los servicios de polinización que ellas proporcionan (Potts et al., 2010).

Adicionalmente, el criterio integra condiciones geográficas que pueden limitar la actividad de las colonias de *Apis mellifera*, correspondientes a la presencia de cuerpos de agua y el aspecto de la pendiente, las cuales se relacionan con el forrajero y el mantenimiento de la temperatura interna de la colmena (De Groot, 2023). Permitiendo integrar al cambio de uso del suelo, esas áreas con mayor o menor favorabilidad geográfica para el establecimiento de actividades apícolas.

Además, se integran factores de estrés de origen antrópico que también pueden limitar la actividad de las colonias de *Apis mellifera*, al interferir en la actividad de forrajero, la supervivencia y la navegación de las abejas, el desarrollo, fisiología y sanidad de la colmena; al relacionarse con las deficiencias nutricionales y la cercanía a fuentes contaminantes provenientes de vías y asentamientos humanos.



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó el criterio. En primer lugar, debe hacerse referencia a la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia», que, aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional. Por otro lado, se usa información que depende de las actualizaciones de la cartografía base del IGAC, cartografía del Sistema Interconectado Nacional STN de la Unidad de planeación Minero-Energética (UPME), y de la información nacional asociada a la localización de trapiches.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión, ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las áreas de presión sobre la apicultura se analizan mediante la integración de las siguientes variables:

Usos del suelo que afectan la apicultura. Se construye a partir de la reclasificación de la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia", la cual proporciona las características temáticas de cobertura y uso de la tierra del país. Esta reclasificación permitió asignar un grado de aptitud (A1, A2, A3), a partir del análisis de las características de cada tipo de cobertura, su importancia ambiental, así como los factores tensionantes sobre las poblaciones de abejas polinizadoras.

Condiciones geográficas que afectan la apicultura. La variable se compone de dos subvariables: aspecto y cuerpos de agua. Los cuerpos de agua corresponden a drenajes dobles, embalses, ciénagas y lagunas, tomados de la cartografía básica del IGAC (2019, 2012), los cuales se mantienen en aptitud media (A2), debido a que dependiendo de sus dimensiones pueden perjudicar la colmena (Wolff et al., 2006); sin embargo, son importantes para la salud y equilibrio de las abejas, pues el equilibrio térmico depende de la disponibilidad de agua, debido a que las abejas utilizan agua para regular la temperatura dentro de la colmena (Amirir et al. 2011 y Wolff et al. 2006).

La subvariable aspecto, se espacializó a partir del algoritmo Terrain Analysis (TAGEE) desarrollado por Safanelli et al. (2020) en Google Earth Engine, el cual se basa en el modelo de elevación digital (DEM) y el modelo digital de superficie del satélite avanzado



de observación terrestre (AW3D30) y métodos de cálculo adaptados a la geometría y los valores de elevación estimados dentro de una ventana esferoidal de 3×3 . Para el análisis de esta subvariable se considera que un aspecto de 0 significa que la pendiente está orientada al norte, 90 orientada al este, 180 orientada al sur y 270 orientada al oeste.

Infraestructura que afecta la apicultura. La variable se compone de cuatro subvariables Cercanía a centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e Interconexión eléctrica. Los *centros poblados* se localizan a partir de la cartografía básica del IGAC (2012) y DANE (2020). Se consideró que áreas cercanas a centros poblados (distancia inferior a 400 metros) presentan aptitud baja (A3), áreas localizadas a una distancia entre 400 a 600 metros presentan una aptitud media (A2) y distancias superiores a 600 metros se consideran como áreas de aptitud alta (A1).

La *afectación vial*, se espacializó a partir de la cartografía básica del IGAC (2012), considerando las vías tipo 1, de 2 o más carriles, sobre las cuales se realizó un buffer de 100 metros, y se calificaron las áreas al interior del buffer con aptitud baja (A3). Adicionalmente se realizó un buffer a 200m, para indicar una aptitud media (A2) a una distancia de 100 a 200m, y las áreas asociadas a distancias superiores a 200 m se consideran con aptitud alta (A1).

El mapa de la subvariable *cercanía a trapiches*, se basó en la localización de estos lugares considerando la variable presencia de trapiches del criterio infraestructura y logística de la *Identificación de zonas aptas en Colombia para el cultivo de caña panelera* (Siachoque et al., 2020). Considerando que la ubicación de apiarios debe hacerse lo más lejano posible de molindas, trapiches o cualquier sitio que produzca sustancias dulces, debido al aumento de la tasa de mortalidad de las abejas, por los riesgos mortales en los intentos de robo de sustancias dulces a causa de los sistemas mecánicos, altas temperaturas y manejo de químicos (Silva et al., 2006). Se calificaron las áreas localizadas a distancias inferiores a 100 metros de estos sitios, con aptitud baja (A3). Áreas localizadas a distancias entre 100 y 500 metros se calificaron con aptitud media (A2) y aquellas localizadas a distancias superiores a 500 metros se dejaron con aptitud alta (A1).

La subvariable *Interconexión eléctrica*, se basó en la cartografía del Sistema interconectado nacional STN, de la Unidad de Planeación Minero-Energética UPME, a partir de la cual se identificaron los puntos de localización de las subestaciones y las líneas de tensión. Molina-Montenegro et al. (2023) demostraron que la exposición a campos electromagnéticos de las redes de distribución de energía altera la navegación magnética de las abejas, aprendizaje, mecanismos de toma de decisiones, vuelo y búsqueda de alimento, especialmente a distancias inferiores a 10 m. Por lo cual, se generaron buffer de 10 metros sobre los puntos de localización de las subestaciones, y dichas áreas se calificaron con aptitud baja (A3), adicionalmente, se elaboraron buffer de 10 metros de las



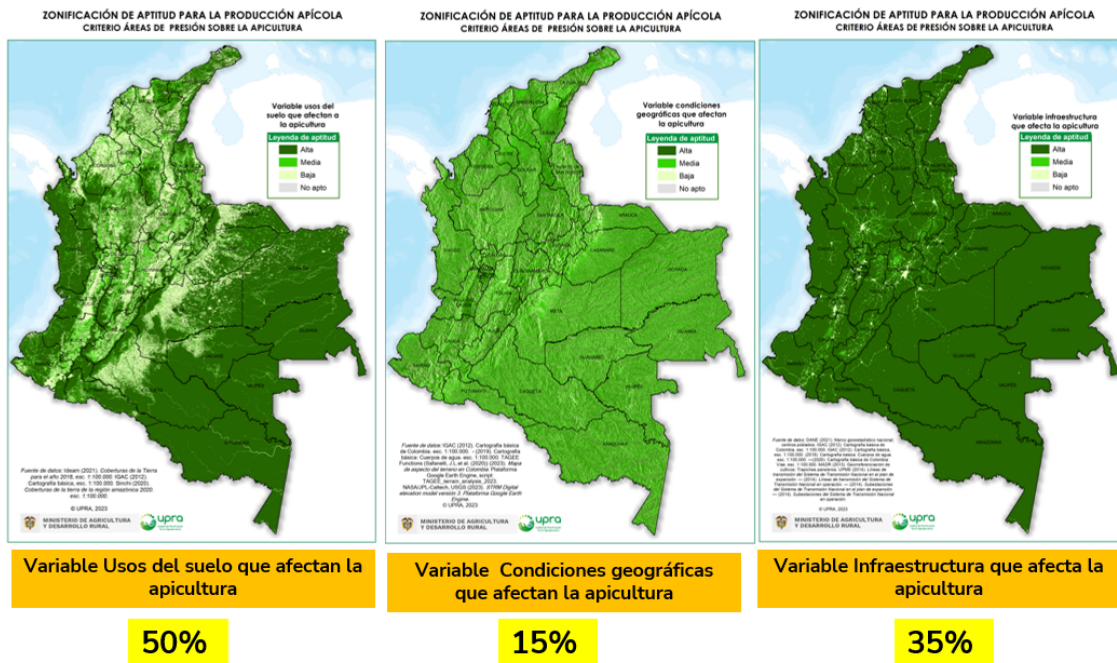
líneas de tensión y se calificaron con aptitud media (A2), el resto del área nacional se dejó en aptitud alta A1.

Finalmente, la variable se construyó a partir de la integración por el mínimo de las cuatro subvariables (cercanía centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica).

El criterio se elaboró teniendo en cuenta la siguiente ponderación:

Criterio *Áreas de alta de presión sobre la apicultura* = $(0,50 * \text{Usos del suelo que perjudican la apicultura}) + (0,15 * \text{condiciones geográficas que afectan la apicultura}) + (0,35 * \text{infraestructura que afecta la apicultura})$.

Diagrama metodológico para la integración del criterio *áreas de presión sobre la apicultura*



Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, A1, A2 y A3, como se presentan en la siguiente tabla, empleando intervalos por Natural Breaks como método de agrupamiento del software ArcGis:

Criterio	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
<i>Áreas de presión sobre la apicultura</i>	>2,5	2 – 2,5	<2	-



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
<i>Usos del suelo que afectan la apicultura</i>	Categoría de aptitud de cada unidad de cobertura	Cultivos agroforestales, pastos enmalezados, plantaciones y coberturas naturales y seminaturales	Mosaicos, cultivos permanentes herbáceos, arbustivos y arbóreos, pastos limpios y arbolados	Territorios artificializados, mosaicos de cultivos, cultivos transitorios, áreas húmedas y superficies de agua	-
<i>Condiciones geográficas que afectan la apicultura</i>	Píxeles de 30m con calificación de aspecto y Polígonos de cuerpos de agua	Aspecto 240 y 360 grados Sin presencia de cuerpos de agua	Aspecto 120 y 240 grados Presencia de cuerpos de agua	Aspecto 0 y 120 grados	-
<i>Infraestructura que afecta la apicultura</i>	Zonas de influencia de vías, trapiches, centros poblados, subestaciones y líneas de tensión	Corresponde a las zonas en las cuales no se presentan condiciones de estrés antrópico para <i>A. mellifera</i> en relación con cercanía centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica.	Corresponde a las zonas en las cuales se puede presentar condiciones moderadas de estrés antrópico para <i>A. mellifera</i> por cercanía a centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica.	Corresponde a las zonas en las cuales se presentan altas condiciones de estrés antrópico para <i>A. mellifera</i> por cercanía a centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica	-

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

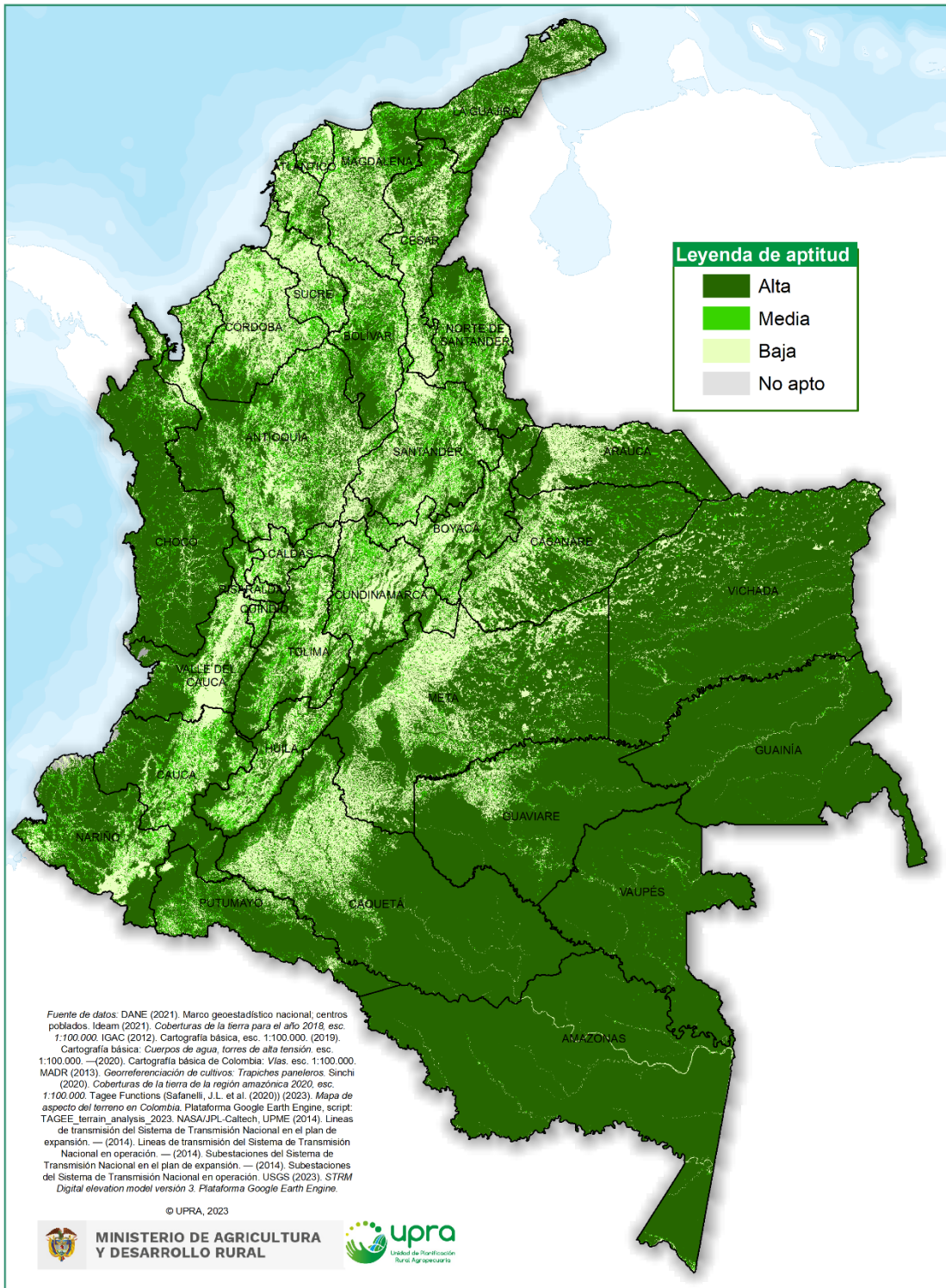
- Amiri, F., Shariff, A. y S. Arekhi. (2011). An Approach for Rangeland Suitability Analysis to Apiculture Planning in GharahAghach Region, Isfahan-Iran. *World Appl. Sci. J.* 12, 962–972.
- De Groot, G.S., Aisé. M., Sáez, A. y C. Morales. (2021). Large-scale monoculture reduces honey yield: The case of soybean expansion in Argentina. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 306 (2021) 107203. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107203>.
- De Groot, G. S. (2023). Recursos florales y pesticidas en el paisaje y su influencia en la apicultura: Un abordaje a distintas escalas espaciales. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche.
- Dixon, D., Zheng, H. y C. Otto. (2021). Land conversion and pesticide use degrade forage áreas for honeybees in America’s beekeeping epicenter. *PLoS ONE* 16(5): e0251043. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251043>
- Dos Santos, C.F., Otesbelgue, A. y B. Blochtein. (2018). The dilemma of agricultural pollination in Brazil: Beekeeping growth and insecticide use. *PLoS One.* 2018 Jul 6;13(7): e0200286. Doi: 10.1371/journal.pone.0200286. PMID: 29979763; PMCID: PMC6034858.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (1990). *Beekeeping in Asia*. Food and Agriculture Organization, Rome. Ferrari, 2014.
- Hsu, C., Ko, F., Li, C., Fann, K. y J. Lue. (2007). Magnetoreception system in honeybees (*Apis mellifera*). *PLOS ONE* 2, e395 (2007). IGAC. 2012. *Cartografía Básica de Colombia*. Escala 1:100.000.
- IGAC. (2019). *Cartografía Básica de Colombia*. Escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Koivula M.J., Vermeulen H.J.W. (2005) Highways and forest fragmentation – effects on carabid beetles (Coleoptera, Carabidae), *Landscape Ecol.* 20,911–926.
- León, Tomás. (2014). *Perspectiva ambiental de la agroecología: La ciencia de los agroecosistemas*. IDEAS 23. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 151-211 p.
- Maris, N., Mansor, S. y H. Shafri. (2008). Apicultural Site Zonation Using GIS and Multi-Criteria Decision Analysis. *J. Trop. Agric. Sci.* 31(2), 147–162.
- Molina-Montenegro, M., Acuña-Rodríguez, I., Ballesteros, G., Baldelomar, M., Torres-Díaz, C., Broitman, B. y P. Vázquez. (2023). Electromagnetic fields disrupt the pollination service by honeybees. *Science. Advances.* 9, eadh1455 (2023).
- Odoux, J.F., Feuillet, D., Aupinel, P., Loublier, Y., Tasei, J.N. y Mateescu, C., (2012). Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honeybee colonies. *Apidologie* 43, 561–575. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0125-1>.



- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. y Kunin, W. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25, 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Safanelli, J.L., Poppiel, R.R., Ruiz, L.F.C., Bonfatti, B.R., Mello, F.A.O., Rizzo, R. y J.A.M. Demattê. (2020). Terrain Analysis in Google Earth Engine: A Method Adapted for High-Performance Global-Scale Analysis. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 2020, 9, 400. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijgi9060400>
- Siachoque, R., Cortés, C., Polo, S., Páramo, G., Acosta, C., Gómez, J., García, L., Ñustez, C. et al. (2020). Cultivo de caña de azúcar para la producción de panela. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: UPRA.
- Silva, G. D., Arcos, D A.L. y D.J.A. Gómez. (2006). Guía ambiental apícola. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C.. 142 p.
- Widiatmaka, W., Ambarwulan, W., Sjamsudin, C. y L. Syaufina. (2016). Geographic information system and analytical hierarchy process for land use planning of beekeeping in forest margin of Bogor regency, Indonesia. *Jurnal Silvikultur Tropika* Vol. 07 No. 3, Suplemen Desember 2016, Hal S50-S57.
- Wolff, L., Lopes, M., Pereira, F., De Camargo, R. y J. Neto. (2006). Localização do Apiário e Instalação das Colméias. Documentos 151. EMBRAPA Meio-Norte, 2006.
- Wratten, S.D., Bowie, M.H., Hickman, J.M., Evans, A.M., Sedcole, J.R. and J.M. Tylanakis. (2003). Fieldboundaries as barriers to movement of hover flies (Diptera: Syrphidae) in cultivated land, *Oecologia* 134, 605–611.
- Wu, J.Y., Anelli, C.M. y W.S. Sheppard. (2011). Sub-lethal effects of pesticide residues in brood comb on worker honey bee (*Apis mellifera*) development and longevity. *PLoS One.* 2011;6. pmid:21373182
- Zurbuchen, A., Bachofen, C., Muller, A., Hein, S. y S. Dorn. (2010). Are landscape structures insurmountable barriers for foraging bees? A mark-recapture study with two solitary pollen specialist species. *Apidologie* 41 (2010) 497–508. DOI:10.1051/apido/2009084



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





2.3.1. Variable usos del suelo que afectan la apicultura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: áreas de presión sobre la apicultura		
VARIABLE: usos del suelo que afectan la apicultura	UNIDAD DE MEDIDA: Categoría de aptitud de cada unidad de cobertura	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Espacializa las áreas con alto uso de agroquímicos en sistemas agrícolas en que predomina el monocultivo y la agricultura de alto impacto; y con cercanía a áreas urbanas y muy transformadas por la acción humana que limitan los sitios de nidificación y de vegetación que provee alimento a las abejas. Para ello, analiza y reclasifica las categorías de cobertura de la tierra del mapa CORINE Land Cover para Colombia (Ideam, 2010).</p> <p>Los monocultivos extensivos simplifican y homogenizan los paisajes agrícolas, afectando la biodiversidad y los beneficios que ella genera (Aizen et al., 2019), debido a que el predominio de monocultivos usualmente se acompaña del uso intensivo de herbicidas no selectivos que disminuyen la diversidad de especies vegetales (Hillebrand et al., 2008), considerando que los herbicidas de amplio espectro no solo eliminan las malezas, también afectan la vegetación que crece en cercanía de los campos de cultivo (Potts et al., 2016). Esta reducción de la diversidad vegetal, producida por la intensificación agrícola se traduce en la pérdida de cantidad, variedad y disponibilidad espacial y temporal de recursos florales afectando fuertemente a las abejas (De Groot et al., 2021).</p> <p>Por lo tanto, la variable espacializa las áreas en las cuales se presenta alta utilización de agroquímicos en sistemas agrícolas, con predominio de monocultivo y agricultura de alto impacto, cercanía a áreas urbanas y muy transformadas por la acción humana, las cuales limitan sitios de nidificación y de vegetación que provea alimento a las abejas, a partir de un análisis y reclasificación de las categorías de cobertura de la tierra del mapa Corine Land Cover de Colombia (Ideam, 2012).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La importancia de la variable radica en comprender y mostrar espacialmente las prácticas relacionadas con la agricultura industrial y de alto impacto, la transformación		



de ecosistemas naturales efectuada por el hombre, las implicaciones de la homogenización de la diversidad que pueden comprometer la actividad apícola (León, 2014).

De acuerdo con Odoux *et al.* (2012), el dominio de monocultivos extensivos puede no satisfacer los requerimientos nutricionales de las abejas, puesto que el monocultivo puede representar un exceso de un único recurso floral disponible en una época determinada con periodos largos de escasez de alimentos (De Groot *et al.*, 2021).

Para Potts *et al.* (2010) esta fuerte reducción en la diversidad espacial y la disponibilidad temporal de los recursos florales, producida por la homogenización del paisaje producto de la intensificación agrícola, puede poner en peligro la supervivencia de las abejas, así como los servicios de polinización que ellas proporcionan. En particular, el desarrollo y la productividad de las colmenas se ve afectado por ciclos pronunciados de abundancia y escasez de recursos florales asociados con paisajes dominados por monocultivos (Dolezal *et al.*, 2019; Smart *et al.*, 2016).

De acuerdo con Nates *et al.* (2016), la intensificación agrícola produce una pérdida de hábitats que les provean refugio a las abejas, recursos de nidificación y recursos alimenticios alternos a los ofrecidos por los cultivos.

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

Esta variable no genera exclusión. Se identifica un rango de variación cualitativo respecto a los tipos de cobertura, y se establece un descriptor de dicha presencia a nivel nacional.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable. En primer lugar, debe hacerse referencia a la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia», que, aunque permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, CLC engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Mediante este ejercicio fue posible reclasificar cada una de las unidades de la cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (A1, A2, A3), dicha reclasificación se fundamentó en el tipo de cobertura. Este procedimiento implica analizar las características de cada tipo de cobertura, su importancia ambiental, así como los factores tensionantes sobre las poblaciones de abejas polinizadoras que según el uso y el tipo de cobertura se pueden identificar.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD



La variable 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. Está requiere el conocimiento de sus recursos naturales, la evaluación de las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico (Ideam, 2018).

Los rangos de evaluación corresponden a los criterios de clasificación de la leyenda del mapa de cobertura para Colombia, los cuales generaron las siguientes categorías (Ver tabla 1), es necesario aclarar que las áreas de mayor aptitud por presión a los indicadores son aquellas en las cuales existe la mayor probabilidad de presencia de poblaciones de abejas.

Tabla 1. Reclasificación de la leyenda del mapa de cobertura de la tierra (CLC) en rangos de aptitud por presión alta a lo polinizadores.

Alta (A1)	
224	Cultivos agroforestales
233	Pastos enmalezados
313	Bosque fragmentado
314	Bosque de galería y ripario
315	Plantación forestal
323	Vegetación secundaria o en transición
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
421	Pantanos costeros
2223	Cacao
2231	Otros cultivos permanentes arbóreos
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria
3151	Plantación de coníferas
3152	Plantación de latifoliadas
3221	Arbustal denso
3222	Arbustal abierto
3231	Vegetación secundaria alta
3232	Vegetación secundaria baja
31111	Bosque denso alto de tierra firme
31112	Bosque denso alto inundable
31121	Bosque denso bajo de tierra firme
31122	Bosque denso bajo inundable
31211	Bosque abierto alto de tierra firme
31212	Bosque abierto alto inundable
31221	Bosque abierto bajo de tierra firme



31222	Bosque abierto bajo inundable
32112	Herbazal denso inundable
32121	Herbazal abierto arenoso
32122	Herbazal abierto rocoso
32222	Arbustal abierto mesófilo
311121	Bosque denso alto inundable heterogéneo
311122	Manglar denso alto
311123	Palmares
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
321123	Arracachal
Media (A2)	
211	Otros cultivos transitorios
214	Hortalizas
221	Cultivos permanentes herbáceos
222	Cultivos permanentes arbustivos
223	Cultivos permanentes arbóreos
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
244	Mosaico de pastos con espacios naturales
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales
411	Zonas pantanosas
412	Turberas
2211	Otros cultivos permanentes herbáceos
2221	Otros cultivos permanentes arbustivos
2222	Café
2233	Cítricos
2234	Mango
231	Pastos limpios
232	Pastos arbolados
2241	Pastos y árboles plantados
22122	Caña panelera
Baja (A3)	
111	Tejido urbano continuo
112	Tejido urbano discontinuo
121	Zonas industriales o comerciales
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados
123	Zonas portuarias
124	Aeropuertos



125	Obras hidráulicas
131	Zona de extracción minera
132	Zona de disposición de residuos
141	Zonas verdes urbanas
142	Instalaciones recreativas
212	Cereales
213	Oleaginosas y leguminosas
215	Tubérculos
225	Cultivos confinados
241	Mosaico de cultivos
242	Mosaico de pastos y cultivos
331	Zonas arenosas naturales
332	Afloramientos rocosos
333	Tierras desnudas y degradadas
334	Zonas quemadas
335	Zonas glaciares y nivales
422	Salitral
423	Sedimentos expuestos en bajamar
511	Ríos
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales
513	Canales
514	Cuerpos de agua artificiales
521	Lagunas costeras
523	Estanques para acuicultura marina
1211	Zonas industriales
1212	Zonas comerciales
1221	Red vial y territorios asociados
1231	Zonas portuarias fluviales
1232	Zonas portuarias marítimas
1241	Aeropuerto con infraestructura asociada
1242	Aeropuerto sin infraestructura asociada
1311	Otras explotaciones mineras
1312	Explotación de hidrocarburos
1313	Explotación de carbón
1314	Explotación de oro
1315	Explotación de materiales de construcción
1316	Explotación de sal
1321	Otros sitios de disposición de residuos a cielo abierto
1324	Relleno sanitario
1411	Otras zonas verdes urbanas
1412	Parques cementerio



1413	Jardines botánicos
1415	Parques urbanos
1416	Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas
1421	Áreas culturales
1422	Áreas deportivas
1423	Áreas turísticas
2121	Arroz
2122	Maíz
2123	Sorgo
2131	Algodón
2134	Soya
2141	Cebolla
2151	Papa
2212	Caña
2213	Plátano y banano
2224	Viñedos
2232	Palma de aceite
2242	Cultivos y árboles plantados
3311	Playas
3312	Arenales
3313	Campos de dunas
5141	Embalses
5142	Lagunas de oxidación
5143	Estanques para acuicultura continental
22121	Caña de azúcar

Fuente: elaboración propia.

Unidad de análisis	Polígonos de cobertura calificados por grado de presión sobre las abejas
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aizen, M.A., Aguiar, S., Biesmeijer, J.C., Garibaldi, L.A., Inouye, D.W., Jung, C., Martins, D.J., Medel, R., Morales, C.L., Ngo, H., Pauw, A., Paxton, R.J., Sáez, A. y Seymour, C.L., (2019). Global agricultural productivity is threatened by increasing pollinator dependence without a parallel increase in crop diversification. *Glob. Change Biol.* 25, 3516–3527. <https://doi.org/10.1111/gcb.14736>.
- De Groot, G. S. (2023). Recursos florales y pesticidas en el paisaje y su influencia en la apicultura: Un abordaje a distintas escalas espaciales. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche.
- De Groot, G.S., Aisen. M., Sáez, A. y C. Morales. (2021). Large-scale monoculture reduces honey yield: The case of soybean expansion in Argentina. *Agriculture*,

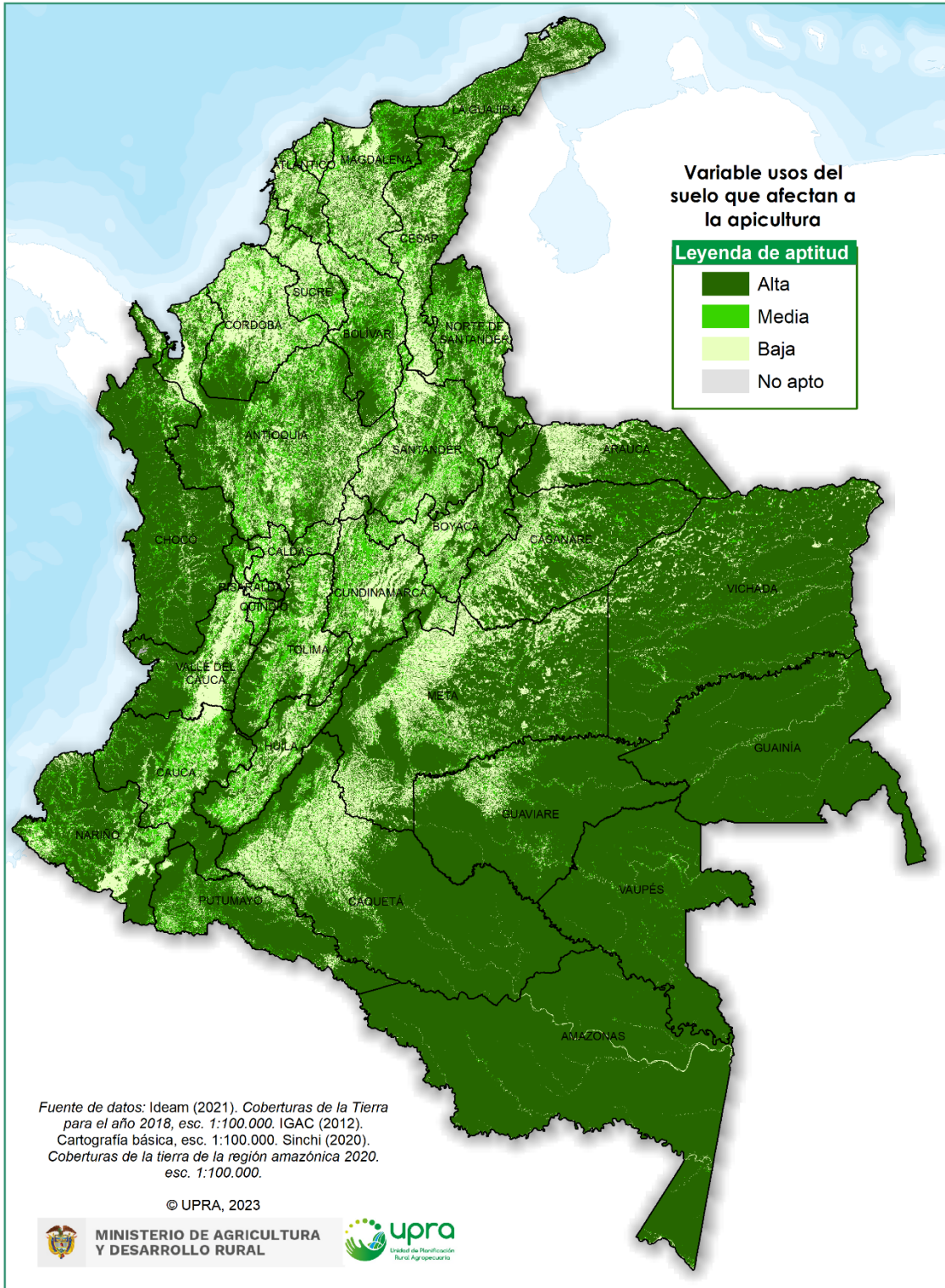


Ecosystems and Environment 306 (2021) 107203.
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107203>.

- Dolezal, A.G., Carrillo-Tripp, J., Miller, W.A., Bonning, B.C. y Toth, A.L. (2015). Pollen contaminated with field-relevant levels of cyhalothrin affects honeybee survival, nutritional physiology, and pollen consumption behaviour. *J. Econ. Ento.* 109, 41–48. <https://doi.org/10.1093/jee/tov301>.
- Dolezal, A.G. y Toth, A.L. (2018). Feedbacks between nutrition and disease in honeybee health. *Curr. Opin. Insect Sci.* 26, 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2018.02.006>.
- Dolezal, A.G., Carrillo-Tripp, J., Judd, T.M., Allen Miller, W., Bonning, B.C. y Toth, A.L. (2019). Interacting stressors matter: diet quality and virus infection in honeybee health. *R. Soc. Open Sci.* 6, 181803 <https://doi.org/10.1098/rsos.181803>.
- Hillebrand, H., Bennett, D.M. y Cadotte, M.W. (2008). Consequences of dominance: a review of evenness effects on local and regional ecosystem processes. *Ecology* 89, 1510–1520. <https://doi.org/10.1890/07-1053.1>.
- Ideam. (2012). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam, 72 pp.
- León, Tomás. (2014). Perspectiva ambiental de la agroecología: La ciencia de los agroecosistemas. IDEAS 23. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 151-211 p.
- Nates-Parra, G; R, Ospina, Á, Rodríguez, F, Chamorro, M, Henao-Cárdenas, I, Calderón y M, Pinilla-Gallego. (2016). Polinización en cultivos promisorios. En. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores. Capítulo Abejas*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología.
- Odoux, J.F., Feuillet, D., Aupinel, P., Loubliey, Y., Tasei, J.N. y Mateescu, C. (2012). Territorial biodiversity and consequences on physico-chemical characteristics of pollen collected by honeybee colonies. *Apidologie* 43, 561–575. <https://doi.org/10.1007/s13592-012-0125-1>.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. y Kunin, W., (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.* 25, 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L.V., Garibaldi, L.A., Hill, R., Settele, J. y Vanbergen, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540, 220–229. <https://doi.org/10.1038/nature20588>.
- Smart, M., Pettis, J., Rice, N., Browning, Z. y Spivak, M. (2016). Linking measures of colony and individual honeybee health to survival among apiaries exposed to varying agricultural land use. *PLoS One* 11, e0152685. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0152685>.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2.3.2. Variable condiciones geográficas que afectan la apicultura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: áreas de presión sobre la apicultura		
VARIABLE: condiciones geográficas que afectan la apicultura	UNIDAD DE MEDIDA: Pixeles de 30 metros con calificación de aspecto y polígonos de cuerpos de agua	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Evalúa circunstancias geográficas que pueden afectar las poblaciones de abejas polinizadoras al analizar la presencia de cuerpos de agua y las características de la pendiente. La variable espacializa las áreas con mayor y menor favorabilidad para establecer actividades apícolas según las condiciones geográficas.</p> <p>Como lo menciona Potts <i>et al.</i> (2010), existen numerosos factores de estrés para <i>Apis mellifera</i>, los cuales también pueden responder a condiciones geográficas o estructuras naturales del paisaje que pueden afectar la distribución de los recursos (De Groot, 2023). Por lo tanto, la variable evalúa aspectos geográficos que pueden afectar las poblaciones de abejas polinizadoras, a través del análisis de la presencia de cuerpos de agua y del aspecto de la pendiente.</p> <p>Si bien, las abejas requieren de agua para satisfacer sus necesidades y humedecer el polen para facilitar su consumo, es importante considerar que, si las dimensiones del cuerpo de agua son excesivas, el material transportado absorberá humedad, aumentando el contenido de agua de los productos finales (Widiatmaka <i>et al.</i>, 2016). Adicionalmente, los cuerpos de agua corresponden a estructuras naturales del paisaje que pueden generar efectos de barrera, de acuerdo con sus dimensiones, restringiendo el movimiento de diferentes grupos de insectos voladores como las abejas (Wratten <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>De acuerdo Orians y Pearson (1979) <i>A. mellifera</i> posee una estrategia de forrajero de “lugar central”, lo que indica que realiza viajes sucesivos entre un lugar central, referente a la ubicación de la colonia, y parches de forrajeo. Es decir, las abejas regresan al nido en repetidas ocasiones durante el día, para abastecer las celdas de cría con polen y néctar, por tanto, la presencia de estructuras paisajísticas naturales o artificiales, como</p>		



amplios cuerpos de agua, pueden afectar negativamente la dinámica de la población, al reducir el acceso a los recursos (Zurbuchen et al., 2010).

Por otro lado, el aspecto de la pendiente es un atributo del terreno que hace referencia a la exposición de las laderas, pues corresponde a la dirección de la brújula que tiene la pendiente del terreno, por lo que permite determinar la orientación de la pendiente hacia el norte o al este, lo cual se vincula a la potencial irradiación solar sobre el terreno (Safanelli et al., 2020), contribuyendo en la definición y ubicación de la luz (Sari et al., 2020). La evaluación de este atributo es de importancia para la apicultura, considerando que el exceso de calor perjudica las colonias, por lo que localizaciones con sombra permanente después del mediodía, mejoran los rendimientos en comparación con aquellas colonias con mayor exposición al sol, debido a que las abejas gastaran menor tiempo en recolectar agua para regular la temperatura interna de la colmena (Lampeitl, 1991).

Además, los primeros rayos de sol del día son benéficos para las colonias, pues con estos las abejas inician su trabajo de recolección más temprano y la radiación ultravioleta contribuye a la salud de la colonia al influir en la disminución de la presencia de bacterias y hongos (Wolff et al., 2006).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite comprender y mostrar espacialmente dos condiciones geográficas que pueden limitar la actividad de las colonias de *Apis mellifera*, puesto que se relacionan con el forrajero y el mantenimiento de la temperatura interna de la colmena (De Groot, 2023), correspondientes a la presencia de cuerpos de agua y el aspecto de la pendiente, permitiendo definir áreas con mayor o menor favorabilidad geográfica para el establecimiento de actividades apícolas.

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

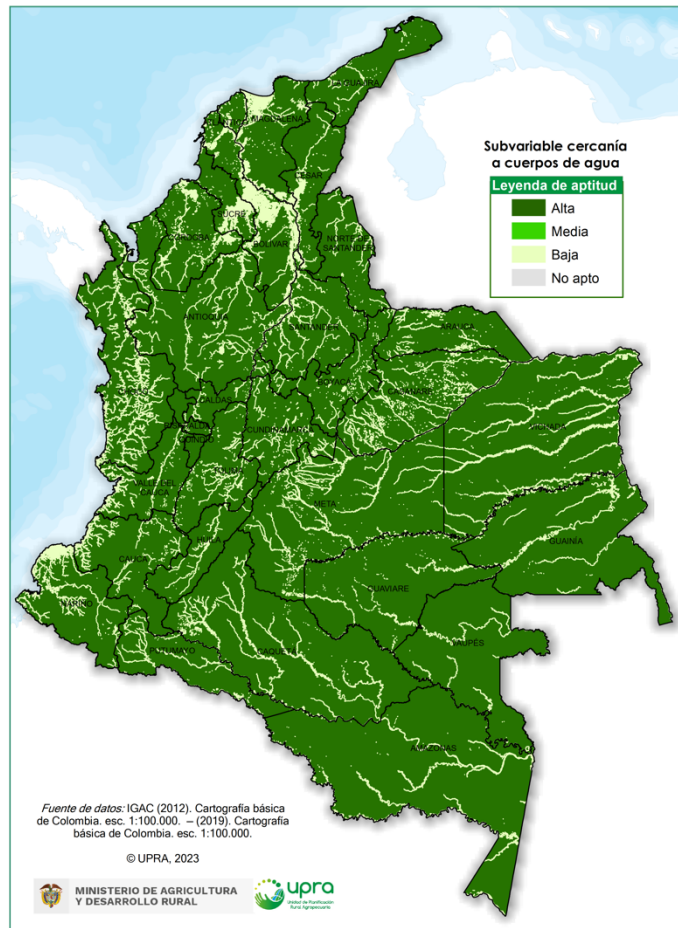
En el análisis de esta variable, no se presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable, la cual depende de las actualizaciones de la cartografía base del IGAC.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

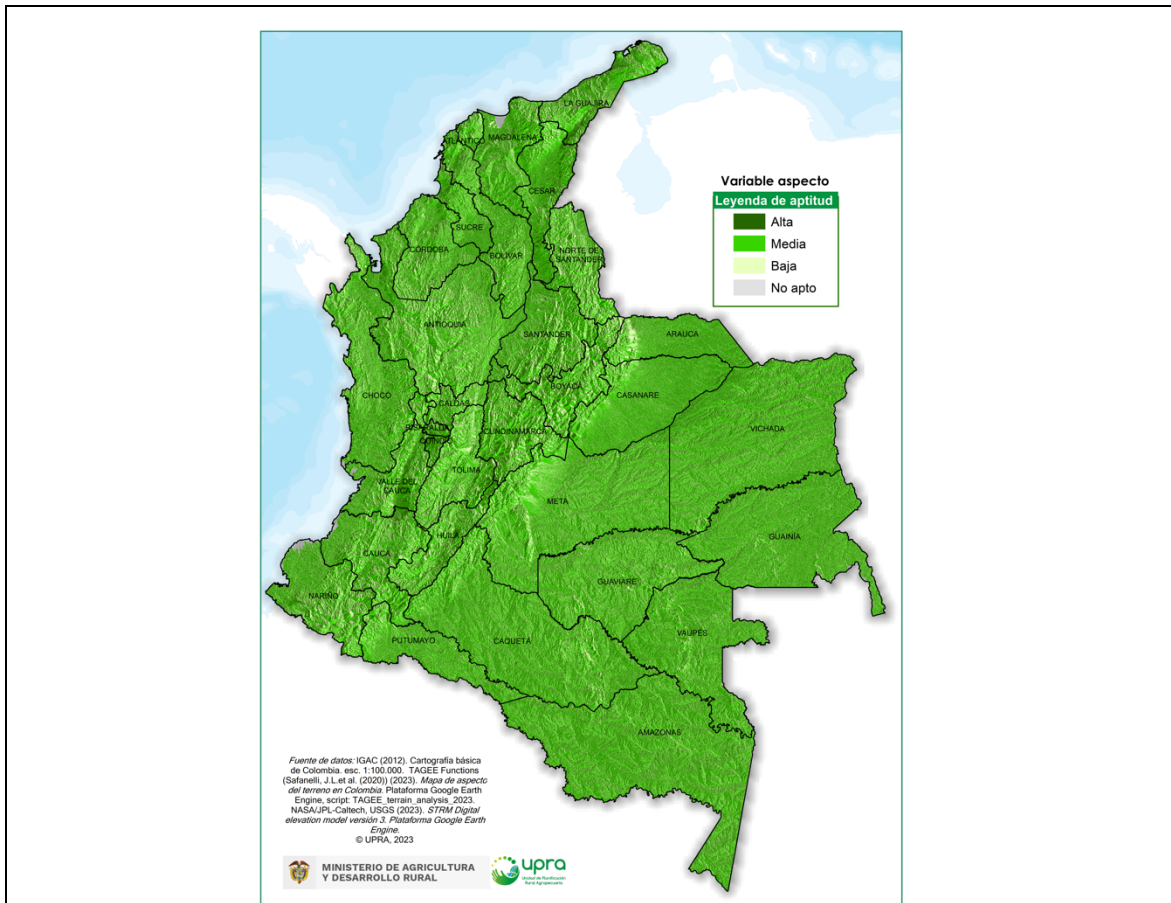
La variable se compone de dos subvariables *aspecto* y *cuerpos de agua*. Los cuerpos de agua corresponden a drenajes dobles, embalses, ciénagas y lagunas, tomados de la cartografía básica del IGAC (2019, 2012).



El agua es fundamental para la salud y equilibrio de las abejas, pues el equilibrio térmico depende de la disponibilidad de agua, puesto que las abejas utilizan agua para regular la temperatura dentro de la colmena (Amirir et al. 2011, Wolff et al. 2006). Sin embargo, distancias pequeñas también pueden perjudicar la colmena, pues pueden presentarse inundaciones o incluso pueden ahogarse las abejas en sus vuelos de higiene (Wolff et al., 2006). Por lo tanto, al integrar la variable, los cuerpos de agua se mantienen en aptitud media (A2).

El mapa de *aspecto* se elaboró a partir del algoritmo *Terrain Analysis (TAGEE)* desarrollado por Safanelli et al. (2020) en *Google Earth Engine*, el cual se basa en el modelo de elevación digital (DEM) y el modelo digital de superficie del satélite avanzado de observación terrestre (AW3D30) y métodos de cálculo adaptados a la geometría y los valores de elevación estimados dentro de una ventana esférica de 3×3 .

Para el análisis de esta subvariable se considera que un *aspecto* de 0 significa que la pendiente está orientada al norte, 90 orientada al este, 180 orientada al sur y 270 orientada al oeste.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos para las condiciones geográficas que afectan la apicultura:

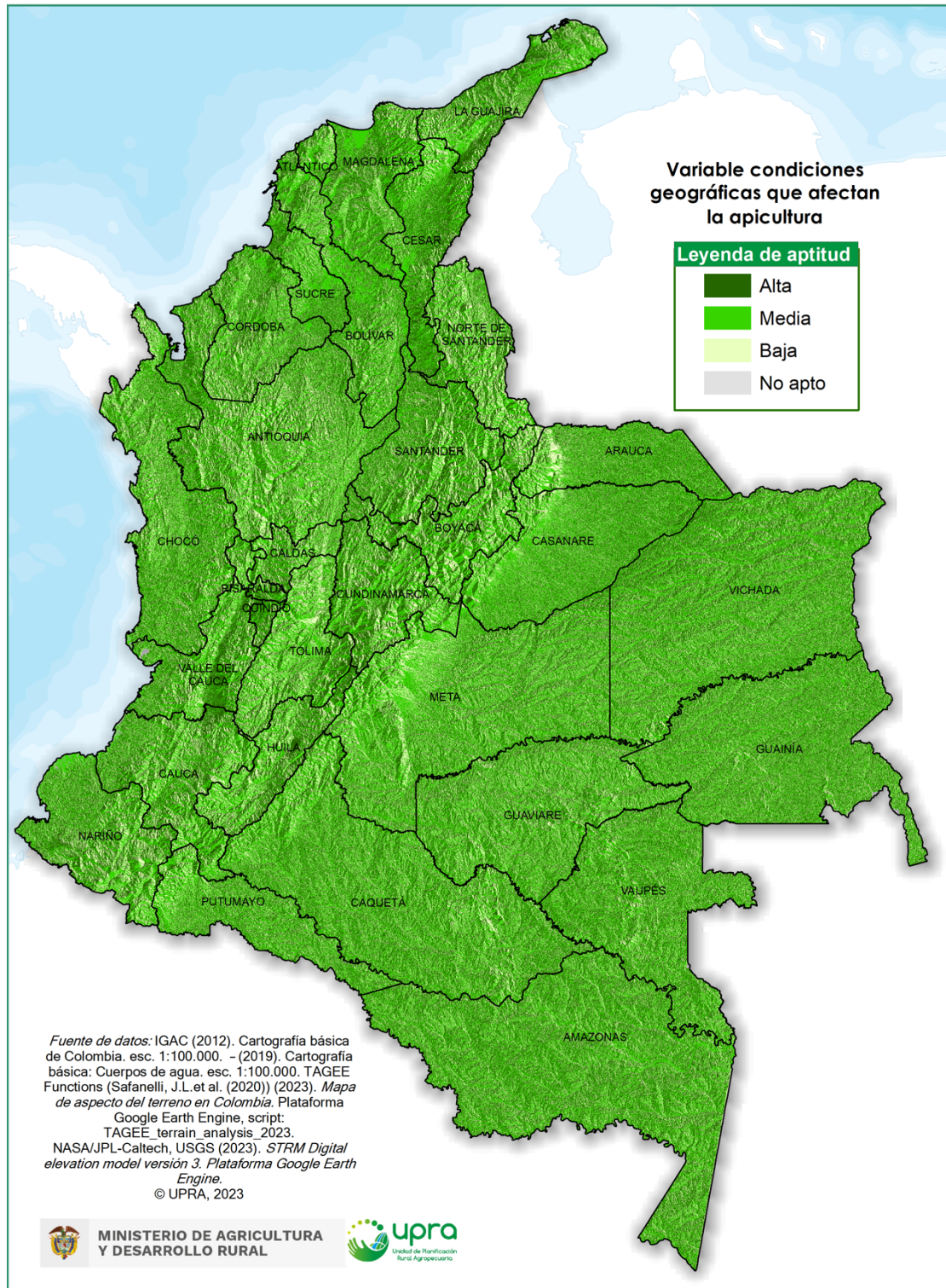
Descripción	Aptitud
Aspecto 240 y 360 grados Sin presencia de cuerpos de agua	Alta (A1)
Aspecto 120 y 240 grados Presencia de cuerpos de agua	Media (A2)
Aspecto 0 y 120 grados	Baja (A3)
-	No apto (N1)



Unidad de análisis	Píxeles de 30 metros con calificación de aspecto y Polígonos de cuerpos de agua
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Amiri, F., Shariff, A. y S. Arekhi. (2011). An Approach for Rangeland Suitability Analysis to Apiculture Planning in GharahAghach Region, Isfahan-Iran. <i>World Appl. Sci. J.</i> 12, 962–972. • De Groot, G. S. (2023). Recursos florales y pesticidas en el paisaje y su influencia en la apicultura: Un abordaje a distintas escalas espaciales. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche. • IGAC. (2012). Cartografía Básica de Colombia. Escala 1:100.000 • IGAC. (2019). Cartografía Básica de Colombia. Escala 1:100.000 • Lampeitl, F. (1991). <i>Apicultura rentable</i>. Zaragoza: Acribia. 1991. 207 p. • Oriens, G.H. y N.E. Pearson. (1979). On the theory of central place foraging. <i>Analysis of ecological systems</i>, 157-177. • Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. y Kunin, W. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. <i>Trends Ecol. Evol.</i> 25, 345–353. https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007. • Safanelli, J.L., Poppiel, R.R., Ruiz, L.F.C., Bonfatti, B.R., Mello, F.A.O., Rizzo, R. y J.A.M. Demattê. (2020). Terrain Analysis in Google Earth Engine: A Method Adapted for High-Performance Global-Scale Analysis. <i>ISPRS Int. J. Geo-Inf.</i> 2020, 9, 400. DOI: https://doi.org/10.3390/ijgi9060400 • Sari, F., Ceylan, D., Özcan, M. y M. Özcan. (2020). A comparison of multicriteria decision analysis techniques for determining beekeeping suitability. <i>Apidologie</i> (2020) 51:481–498. DOI: 10.1007/s13592-020-00736-7 • Widiatmaka, W., Ambarwulan, W., Sjamsudin, C. y L. Syaufina. (2016). Geographic information system and analytical hierarchy process for land use planning of beekeeping in forest margin of Bogor regency, Indonesia. <i>Jurnal Silvicultura Tropika</i> Vol. 07 No. 3, Suplemen Desember 2016, Hal S50-S57. • Wratten, S.D., Bowie, M.H., Hickman, J.M., Evans, A.M., Sedcole, J.R. y J.M. Tylianakis. (2003). Fieldboundaries as barriers to movement of hover flies (Diptera: Syrphidae) in cultivated land, <i>Oecologia</i> 134, 605–611. • Wolff, L., Lopes, M., Pereira, F., De Camargo, R. y J. Neto. (2006). Localizaçã do Apiário e Instalaçã das Colméias. Documentos 151. EMBRAPA Meio-Norte, 2006. • Zurbuchen, A., Bachofen, C., Muller, A., Hein, S. y S. Dorn. (2010). Are landscape structures insurmountable barriersfor foraging bees? A mark-recapture studywith two solitary pollen specialist species. <i>Apidologie</i> 41 (2010) 497–508. DOI:10.1051/apido/2009084 	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL





2.3.3. Variable infraestructura que afecta la apicultura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: áreas de presión sobre la apicultura		
VARIABLE: infraestructura que afecta la apicultura	UNIDAD DE MEDIDA: Zonas de influencia de vías, trapiches, centros poblados, subestaciones y líneas de tensión	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>La variable espacializa factores de estrés de origen antrópico, lo que permite identificar aquellas áreas con mayor y menor favorabilidad para el establecimiento de actividades apícolas.</p> <p>Como lo menciona Potts et al. (2010), existen numerosos factores de estrés para <i>Apis mellifera</i>, los cuales pueden afectar sus habilidades cognitivas, disminuyendo su desempeño y generando consecuencias severas en la supervivencia de las colonias (Klein et al., 2017), incluso a bajos niveles de exposición, como es el caso de los campos electromagnéticos de las redes de distribución de energía que pueden obstaculizar el desarrollo, la supervivencia y la navegación de las abejas (Ferrari, 2014).</p> <p>Las abejas tienen un sofisticado sistema de comunicación que le permite a las forrajeras informar con precisión la localización de fuentes de alimento a otras abejas de la colmena (Couvillon, 2012). Una vez localizan las fuentes de alimento, las abejas regresan a sus nidos haciendo uso del componente horizontal natural de los campos electromagnéticos de la tierra como señales, a través de sus sistemas de magnetorrecepción altamente sensible basado en proteínas ferromagnéticas independientes de la luz y magnetorreceptores químicos que participan en la detección del componente direccional de los campos electromagnéticos (Bazalova et al., 2016). Por lo tanto, los campos electromagnéticos artificiales de baja frecuencia como los de las líneas eléctricas, pueden actuar como factor estresante para las abejas y producir un trastorno de magnetorrecepción debido a la alteración de los mapas magnéticos que utilizan durante el vuelo de búsqueda de alimento, provocando desorientación en las abejas por lo que menos recolectores retornaran a la colmena (Hsu et al., 2007).</p>		



En general, las actividades humanas alteran los ecosistemas naturales y generan cambios en las interacciones entre las especies, perjudicando los bienes y servicios que prestan los ecosistemas, como es el caso de la polinización que se ha visto amenazada por actividades antrópicas relacionadas con el cambio de uso del suelo (Molina-Montenegro et al., 2023).

Dentro de los cambios de uso del suelo, la expansión de tierras en cultivo como el de caña de azúcar, pueden generar afectaciones no solo por la homogenización de los paisajes agrícolas y reducción de la abundancia y diversidad de flores (De Groot et al., 2021), sino también porque los lugares de transformación de caña de azúcar, (Trapiches), se convierten en atractivos para las abejas, cuando se tienen pocas fuentes naturales (Caron, 2010). El consumo de estos productos puede afectar el balance nutricional de las colonias de *A. mellifera*. De acuerdo con Brodschneider y Crailsheim (2010), el polen es la única fuente de proteínas y el néctar proveniente de recursos florales constituye el principal aporte de carbohidratos (Huang, 2010).

Para De Groot (2023), las deficiencias nutricionales interfieren en el desarrollo, fisiología y sanidad de la colmena. Una mala alimentación provocada por recursos nutricionales inadecuados es uno de los principales factores de estrés para *A. mellifera* (Goulson et al., 2015). Adicionalmente, la colecta de sustancias azucaradas producto de la miel de caña puede adulterar la miel producida pues, de acuerdo con la Norma técnica colombiana NTC 1273, la miel “es una sustancia dulce natural producida por abejas obreras de diferentes especies a partir del néctar de las plantas, de las secreciones de las partes vivas de plantas o de las excreciones de insectos que succionan las partes vivas de las plantas, sustancia que las abejas recolectan, transforman mediante la combinación de sus propias sustancias específicas, depositan, deshidratan, almacenan y dejan madurar al interior de la colonia”. Adicionalmente, el principal inconveniente para la colonia en cercanía a los trapiches es la atracción y muerte de las abejas.

La cercanía a carreteras y asentamientos urbanos también genera condiciones de estrés a las abejas, puesto que se relaciona con gases de efecto invernadero, contaminación atmosférica y acústica, contaminantes urbanos e industriales y demás factores antrópicos (Maris et al., 2008), considerando además que los vehículos que circulan por las carreteras suelen contener metales pesados (Widiatmaka et al., 2016). De acuerdo con la FAO (1990), la apicultura debe estar a salvo de toxinas y productos químicos, debido a que por la naturaleza higroscópica de la miel es posible que esta absorba dichos contaminantes.

El ruido de las carreteras perturba a las abejas (Widiatmaka et al., 2016) y las carreteras también pueden actuar como barreras dificultando el desplazamiento de las abejas



(Koivula y Vermeulen, 2005) lo cual puede afectar la dinámica de la población (Zurbuchen et al., 2010).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite comprender y mostrar espacialmente factores de estrés de origen antrópico que pueden limitar la actividad de las colonias de *Apis mellifera*, puesto que afectan la actividad de forrajero, la supervivencia y la navegación de las abejas, el desarrollo, fisiología y sanidad de la colmena, al relacionarse con las deficiencias nutricionales y la cercanía a fuentes contaminantes provenientes de vías y asentamientos humanos. Por lo tanto, la variable permite definir áreas con mayor o menor presencia de factores de origen antrópico que interfieren negativamente en el establecimiento de actividades apícolas.

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).

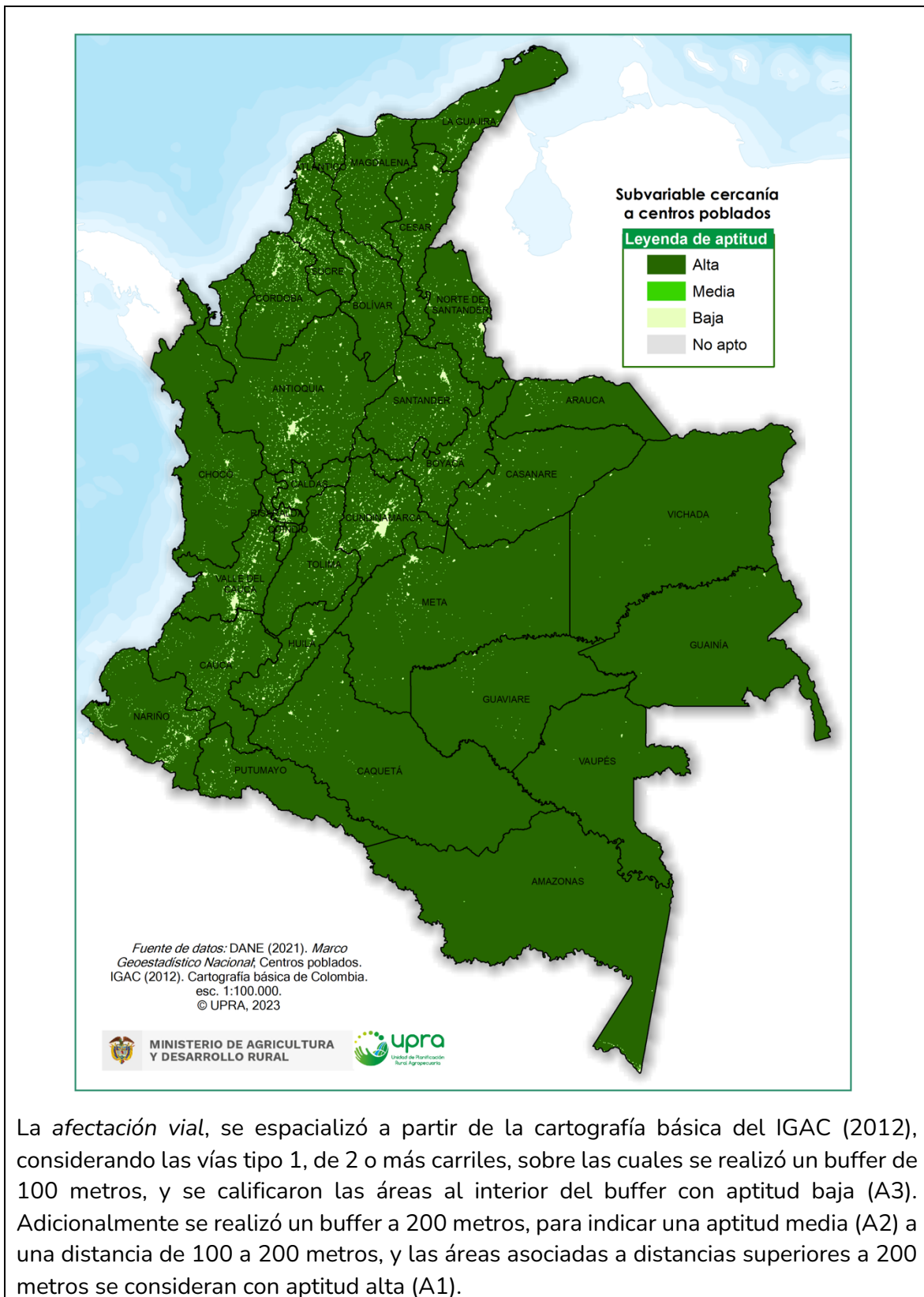
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

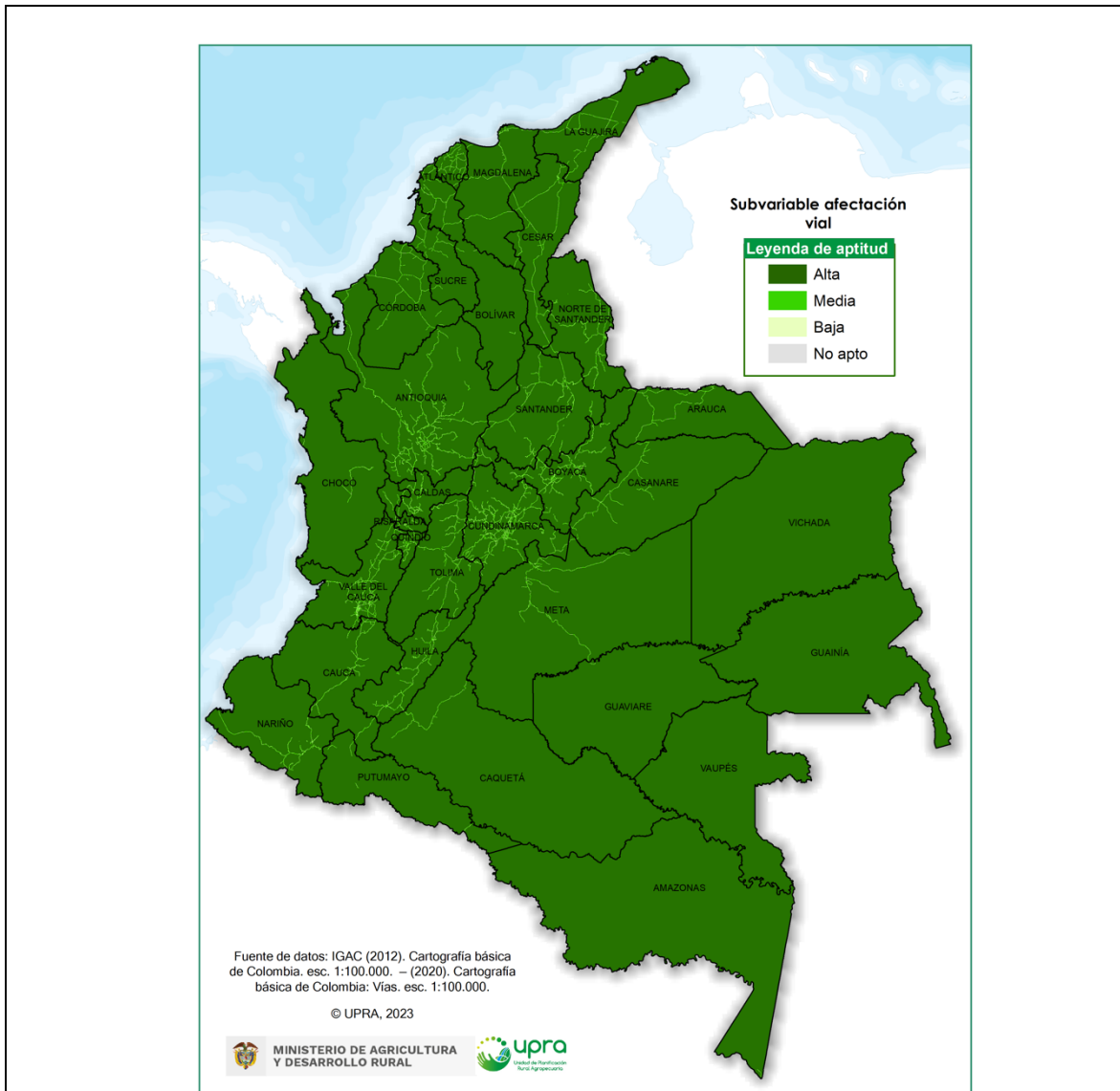
Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable, la cual depende de las actualizaciones de la cartografía base del IGAC, cartografía del Sistema Interconectado Nacional STN de la Unidad de planeación Minero-Energética (UPME), y de la información nacional asociada a la localización de trapiches.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

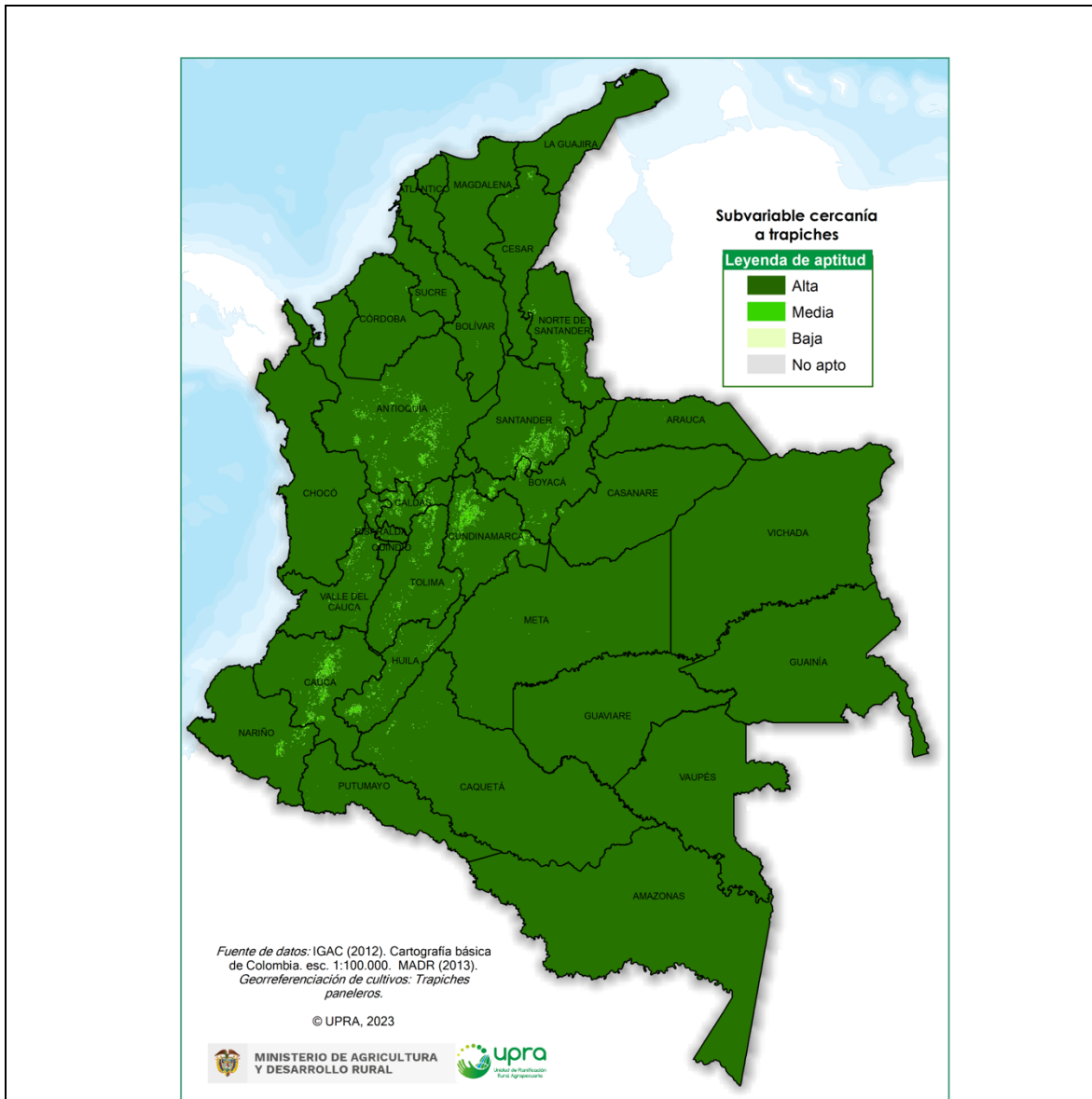
La variable se compone de cuatro subvariables: *Cercanía a centros poblados*, *cercanía a trapiches*, *afectación vial* e *interconexión eléctrica*.

Los centros poblados se localizan a partir de la cartografía básica del IGAC (2012) y DANE (2020). Se considera que áreas cercanas a centros poblados (distancia inferior a 400 metros) presentan aptitud baja (A3), áreas localizadas a una distancia entre 400 a 600 metros presentan una aptitud media (A2) y distancias superiores a 600 metros se consideran como áreas de aptitud alta (A1).

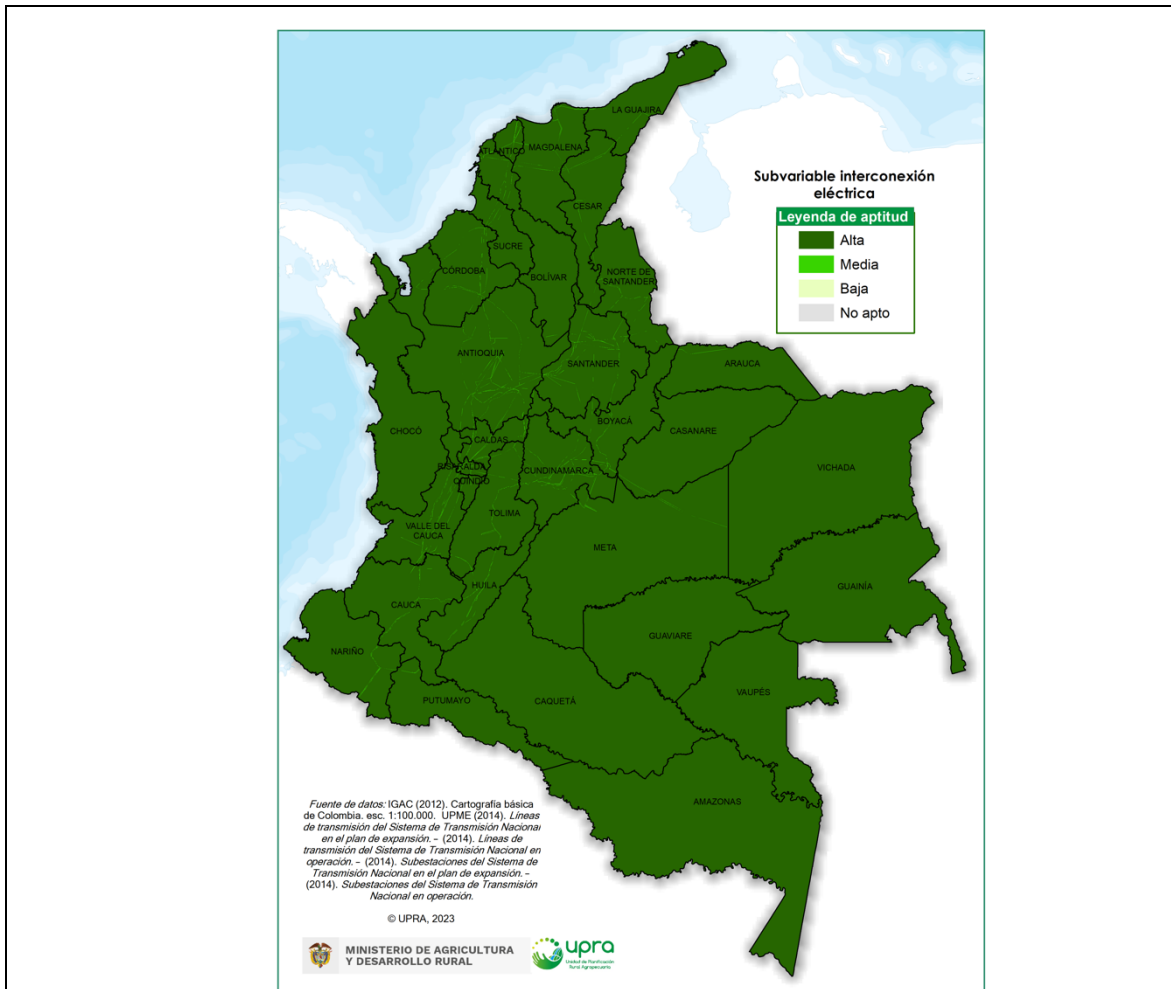




El mapa de la subvariable *cercanía a trapiches*, se basó en la localización de estos lugares considerando la variable presencia de trapiches del criterio infraestructura y logística de la *Identificación de zonas aptas en Colombia para el cultivo de caña panelera* (Siachoque et al., 2020). De acuerdo con Silva et al. (2006) la ubicación de apiarios debe hacerse lo más lejano posible de molineras, trapiches o cualquier sitio que produzca sustancias dulces, debido a que aumentan la tasa de mortalidad de las abejas, por los riesgos mortales en los intentos de robo de sustancias dulces a causa de los sistemas mecánicos, altas temperaturas y manejo de químicos. Por lo tanto, se consideró que áreas localizadas a distancias inferiores a 100 metros de estos sitios, presentan aptitud baja (A3). Áreas localizadas a distancias entre 100 y 500 metros se califican con aptitud media (A2) y aquellas localizadas a distancias superiores a 500 metros se dejan con aptitud alta (A1).



La subvariable *interconexión eléctrica*, se basó en la cartografía del Sistema interconectado nacional STN, de la Unidad de Planeación Minero - Energética (UPME), a partir de la cual se identifican los puntos de localización de las subestaciones y las líneas de tensión. Molina-Montenegro et al. (2023) demostraron que la exposición a campos electromagnéticos de las redes de distribución de energía altera la navegación magnética de las abejas, aprendizaje, mecanismos de toma de decisiones, vuelo y búsqueda de alimento, especialmente a distancias inferiores a 100 metros. Por lo tanto, se generaron buffer de 100 metros sobre los puntos de localización de las subestaciones, y dichas áreas se calificaron con aptitud baja (A3); adicionalmente, se elaboraron buffer de 100 metros de las líneas de tensión y se calificaron con aptitud media (A2), el resto del área nacional se dejó en aptitud alta (A1).



Finalmente, la variable *infraestructura que afecta la apicultura* se construyó a partir de la integración por el mínimo de las cuatro subvariables (cercanía centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos para la variable *infraestructura que afecta la apicultura*:

Descripción	Aptitud
Corresponde a las zonas en las cuales no se presentan condiciones de estrés antrópico para <i>A. mellifera</i> en relación con cercanía a centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica	Alta (A1)
Corresponde a las zonas en las cuales se puede presentar condiciones moderadas de estrés antrópico para <i>A. mellifera</i> por cercanía a centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica	Media (A2)



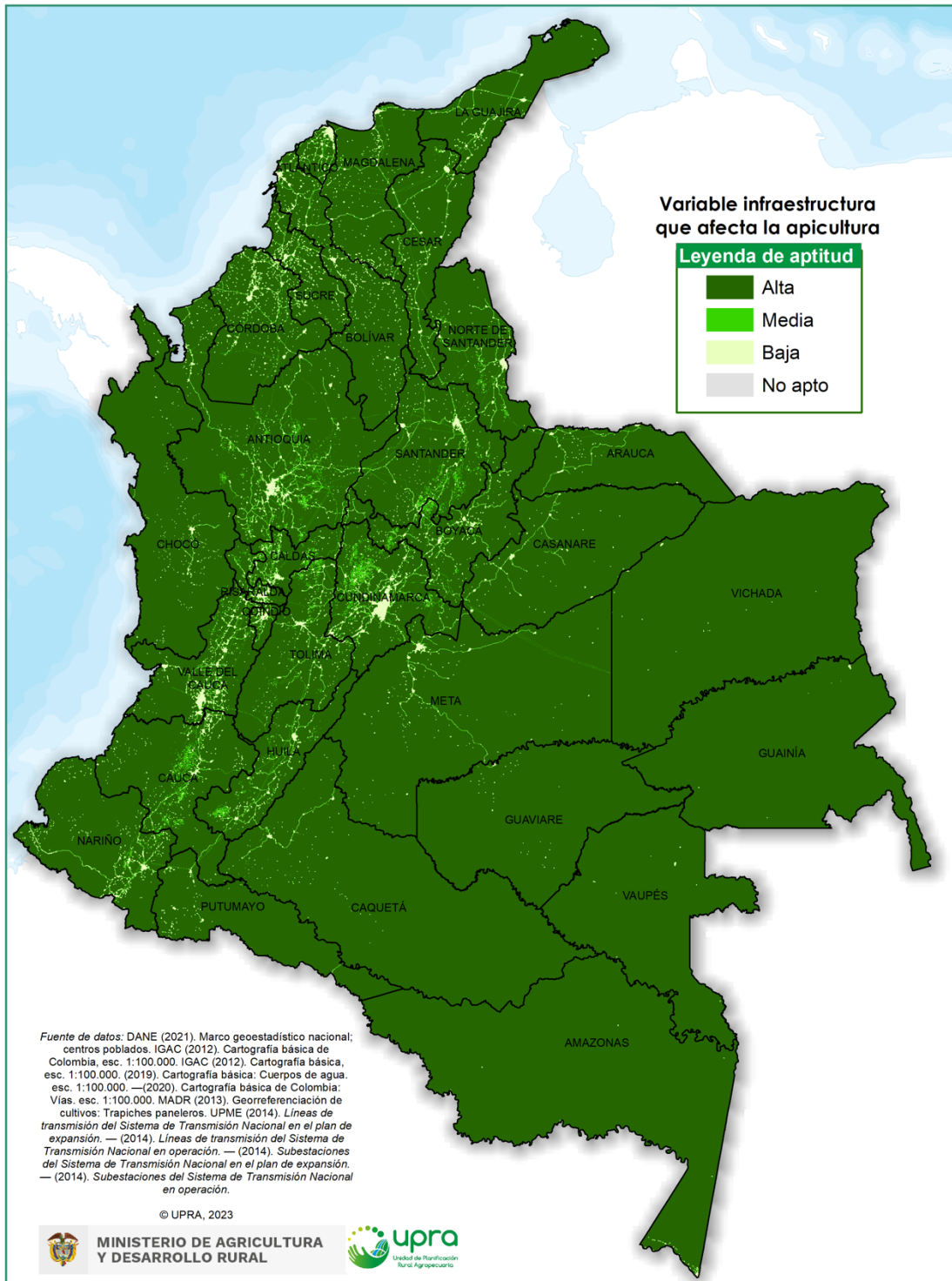
Corresponde a las zonas en las cuales se presentan altas condiciones de estrés antrópico para <i>A. mellifera</i> por cercanía a centros poblados, cercanía a trapiches, afectación vial e interconexión eléctrica	Baja (A3)
-	No apto (N1)
Unidad de análisis	Zonas de influencia de vías, trapiches, centros poblados, subestaciones y líneas de tensión
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Bazalova, O., Kvicalova, M., Valkova, T., Slaby, P., Bartos, P., Netusil, R., Tomanova, K., Braeunig, P., Lee, J., Sauman, I., Damulewicz, M., Provaznik, J., Pokorny, R., Dolezel, D. y M. Vacha. (2016). Cryptochrome 2 mediates directional magnetoreception in cockroaches. <i>Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.</i> 113, 1660–1665 (2016) • Brodschneider, R. y K. Crailsheim. (2010). Nutrition and health in honey bees. <i>Apidologie</i> 41, 278–294. https://doi.org/10.1051/apido/2010012. Huang, Z. 2010. Honey bee nutrition. <i>American Bee Journal</i>, 150(8), 773776. • Caron, D. (2010). Manual práctico de apicultura. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/https://food4farmers.org/wp-content/uploads/2012/08/MANUALDEWEY1.pdf • Couvillon, M.J. (2012). The dance legacy of Karl von Frisch. <i>Insectes sociaux</i>, 59, 297-306. • De Groot, G. S. (2023). Recursos florales y pesticidas en el paisaje y su influencia en la apicultura: Un abordaje a distintas escalas espaciales. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional del Comahue. Centro Regional Universitario Bariloche. • De Groot, G.S., Aisen, M., Sáez, A. y C. Morales. (2021). Large-scale monoculture reduces honey yield: The case of soybean expansion in Argentina. <i>Agriculture, Ecosystems and Environment</i> 306 (2021) 107203. https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107203. • Ferrari, T.E. (2014). Magnets, magnetic field fluctuations and geomagnetic disturbances impair the homing ability of honey bees (<i>Apis mellifera</i>). <i>J. Apic. Res.</i> 53, 452–465 (2014). • Food and Agriculture Organization (FAO). (1990). <i>Beekeeping in Asia</i>. Food and Agriculture Organization, Rome. • Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C. y E.L. Rotheray. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. <i>Science</i>, 347(6229), 1255957 	



- Hsu, C., Ko, F., Li, C., Fann, K. and J. Lue. (2007). Magnetoreception system in honeybees (*Apis mellifera*). PLOS ONE 2, e395 (2007).
- IGAC. (2012). Cartografía básica de Colombia. Escala 1:100.000
- Klein, S., Cabirol, A., Devaud, J. M., Barron, A.B. y M. Lihoreau. (2017). Why bees are so vulnerable to environmental stressors. Trends in ecology & evolution, 32(4), 268-278
- Koivula M.J., Vermeulen H.J.W. (2005) Highways and forest fragmentation – effects on carabid beetles (Coleoptera, Carabidae), Landscape Ecol. 20,911–926.
- Maris, N., Mansor, S. and H. Shafri. (2008). Apicultural Site Zonation Using GIS and Multi-Criteria Decision Analysis. J. Trop. Agric. Sci. 31(2), 147–162
- Molina-Montenegro, M., Acuña-Rodríguez, I., Ballesteros, G., Baldelomar, M., Torres-Díaz, C., Broitman, B. y P. Vázquez. (2023). Electromagnetic fields disrupt the pollination service by honeybees. Science. Advances. 9, eadh1455 (2023).
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O. y Kunin, W. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. Trends Ecol. Evol. 25, 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>.
- Siachoque, R., Cortés, C., Polo, S., Páramo, G., Acosta, C., Gómez, J., García, L. y C. Ñustez, C. (2020). Cultivo de caña de azúcar para la producción de panela. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: UPRA.
- Silva, G. D., Arcos, D A.L. y D.J.A. Gómez. (2006). Guía ambiental apícola. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá D. C. 142 p.
- Widiatmaka, W., Ambarwulan, W., Sjamsudin, C. y L. Syaufina. (2016). Geographic information system and analytical hierarchy process for land use planning of beekeeping in forest margin of Bogor regency, Indonesia. Jurnal Silvicultura Tropika Vol. 07 No. 3, Suplemen Desember 2016, Hal S50-S57.
- Zurbuchen, A., Bachofen, C., Muller, A., Hein, S. y S. Dorn. (2010). Are landscape structures insurmountable barriers for foraging bees? A mark-recapture study with two solitary pollen specialist species. Apidologie 41 (2010) 497–508. DOI:10.1051/apido/2009084



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2.4. Criterio integridad ecológica

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>integridad ecológica</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)</i>, evaluada a través de la medición de métricas de composición, heterogeneidad y conectividad espacial de las coberturas naturales, expresada como categoría de costo-distancia acumulada;</p> <p><i>Índice de naturalidad (INAT)</i>, calculado como la proporción de superficie de coberturas naturales en cada polígono de unidad biogeográfica (varía entre 0 – 100 %)</p> <p><i>Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)</i></p>		
DEFINICIÓN		
<p>Capacidad del ecosistema de soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio (Ciontescu, 2012).</p> <p>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).</p>		
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 lo tanto su vocación como área de conservación, su orientación hacia la restauración y su aptitud hacia la producción apícola. Su análisis es orientado a:

- Proteger y restablecer la integridad de los sistemas ecológicos, con especial preocupación por la diversidad biológica y los procesos naturales que sustentan la vida.
- Evitar el deterioro del territorio mediante el desarrollo de acciones ambientales sostenibles; cuando el conocimiento sea limitado, debe primar el principio de precaución.
- Adoptar patrones de producción que salvaguarden la capacidad de regeneración de los ecosistemas, los derechos humanos y el bienestar de las comunidades.
- Promover la sostenibilidad ecológica.

Para efectos de la zonificación, un territorio con integridad ecológica es capaz de sobreponerse y superar perturbaciones naturales y los disturbios inducidos por el hombre, garantizando su propia identidad ecosistémica y la prestación de los servicios ecosistémicos que lo definen.

La integridad ecológica en los paisajes transformados refleja la salud ambiental (capacidad para amortiguar situaciones de alteración) y la sostenibilidad del territorio. Por lo tanto, está en relación directa con el mantenimiento de la capacidad productiva de los sistemas agropecuarios que conforman la matriz rural, la cual alberga el potencial productivo de un territorio. También refleja una medida del nivel de precaución que debe adoptar el sistema productivo en respeto de lugares considerados estratégicos por su alto valor ecológico o de conservación (AVC).

A través de la integridad ecológica, se contribuye en el logro de los compromisos asumidos por el sector agropecuario a través del decreto 2478 de 1999, el cual establece que el MinAgricultura debe “Armonizar y coordinar la formalización y adopción de la política de protección y uso productivo de los servicios ambientales, agua, suelo, captura de carbono y biodiversidad con el Ministerio del Medio Ambiente”.

Finalmente, el modelo parte de la premisa que la aptitud para la producción apícola 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 del periodo 2018 limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, esta 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.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión, ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

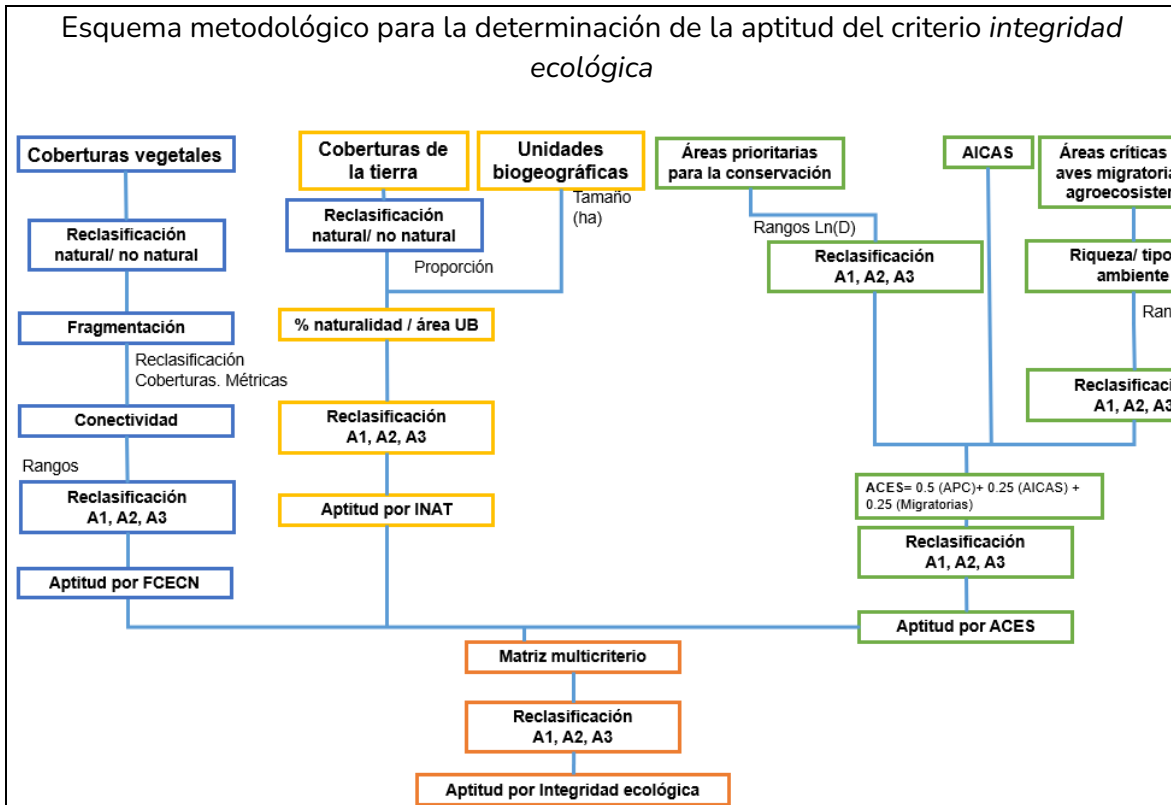
La integridad ecológica analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema (integridad espacial e integridad ecosistémica) (Vélez & Gómez, 2008), mediante la integración de las siguientes variables:

Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN), evaluada a través de la medición de métricas de composición, heterogeneidad y conectividad espacial de las coberturas naturales, expresada como categoría de costo - distancia acumulada (FCECN).

Índice de naturalidad (INAT), calculado como la proporción de superficie de coberturas naturales en cada polígono de unidad biogeográfica (varía entre 0 – 100 %)

Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).

Para la evaluación del criterio se realiza el procesamiento independiente de cada una de sus tres variables, como se describe en las respectivas fichas de las variables.



Para la construcción del criterio, se realiza la integración de las variables, mediante la suma ponderada de sus valores de aptitud, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A_{IE} = \alpha A_{FCECN} + \beta A_{NAT} + \gamma A_{ACES}$$

En la que α , β y γ representan los coeficientes o factores de ponderación de la aptitud de las tres variables, los cuales se determinan mediante el criterio de experto.

Para este proceso, los valores respectivamente son:

$$\alpha = 0,43$$

$$\beta = 0,44$$

$$\gamma = 0,13$$

Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, A1, A2 y A3, como se presentan en la siguiente tabla, empleando los intervalos geométricos como método de agrupamiento del software ArcGis:

Criterio	Categorías de aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
<i>Integridad ecológica</i>	La actividad productiva irrumpe en baja medida, sobre	La actividad productiva irrumpe en grado moderado la conectividad	Lugares donde la integridad ecológica es mayor. La actividad productiva	-



	la conectividad natural, espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles (>1.887)	natural, los espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con cierta precaución durante el proceso productivo (1.111 – 1.887)	irrumpe fuertemente la conectividad natural, los espacios naturales, o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con mayor precaución durante el proceso productivo (<1.111)	
--	--	--	--	--

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
<i>Fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)</i>	Categoría de fragmentación y conectividad	Conectividad baja. > 17.000.000 Mayor número de parches. Mayor tamaño medio de los parches. Mayor dimensión fractal media del parche (>1,45). Parches cortos con menor complejidad de forma	Conectividad media. 50 – 17.000.000 Moderado número de parches. Moderado tamaño medio de los parches. Moderada dimensión fractal media del parche (1,41 – 1,45). Parches medios con moderada complejidad de forma	Conectividad alta. <50 Menor número de parches. Menor tamaño medio de los parches. Menor dimensión fractal media del parche (<1,41). Parches largos con mayor complejidad de forma	-
<i>Índice de naturalidad (INAT)</i>	Índice de naturalidad (Varía entre 0 – 100 %)	INAT muy baja – vital, INAT baja – estratégica, INAT moderada < 50 %	INAT alta 50 – 75 %	INAT muy alta – protección 75 – 100 %	-



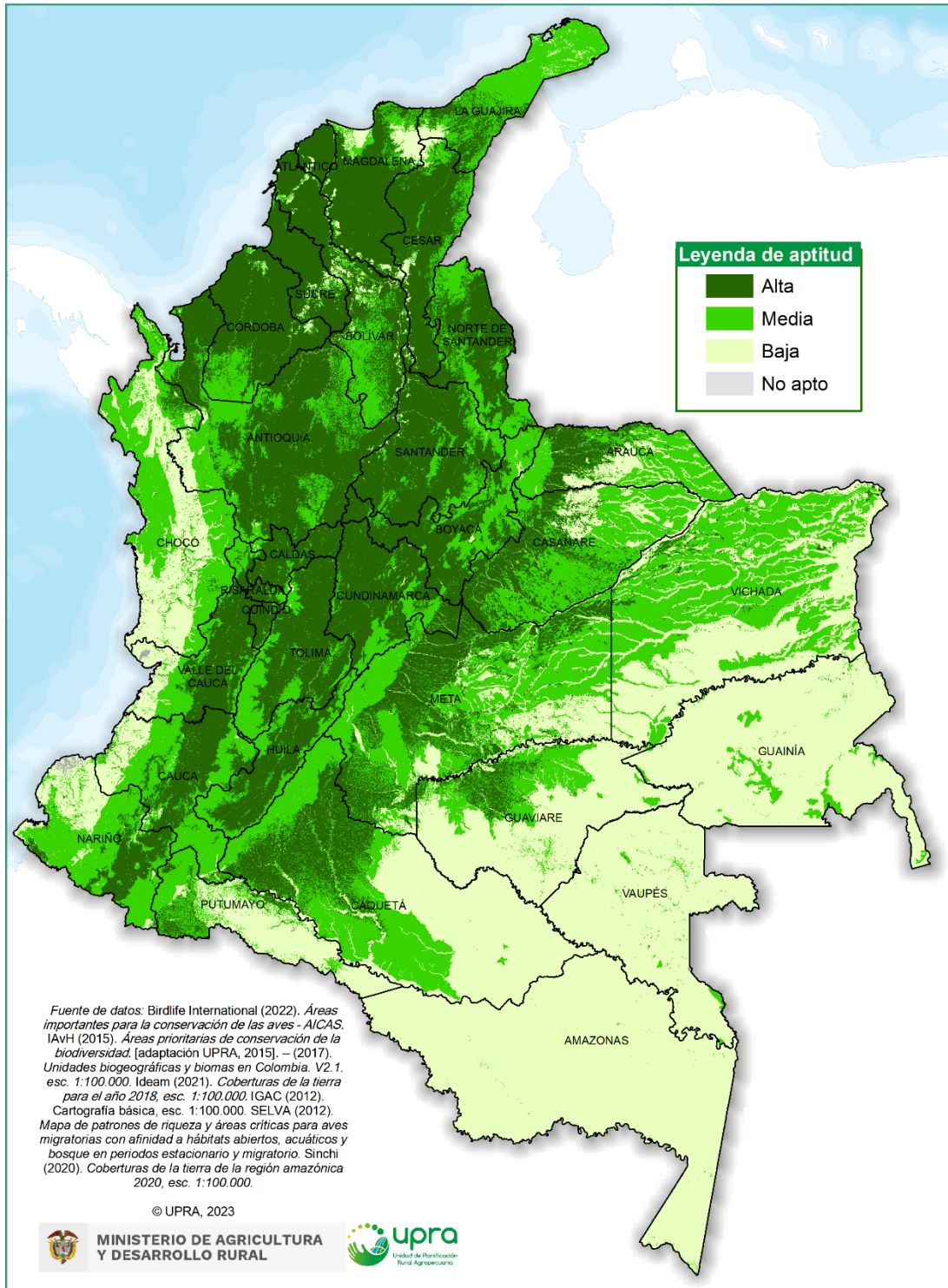
Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias	>2,44	1,50 -2,44	<1,50	-
---	---	-------	------------	-------	---

FUENTES DE INFORMACIÓN

- BirdLife International. (2022). Important Bird and Biodiversity Area (IBA) digital boundaries: March 2022 version. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Ciontescu, N. (2012). Instructivo metodológico para la evaluación de atributos e integridad ecológicos en áreas protegidas. ArcGIS-Fragstats. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Corcoran, P. (2005). «La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra». En: B. Mackey. La carta de la Tierra en acción: hacia un mundo sostenible (pp. 68-71). Amsterdam: KIT Publishers BV.
- Franco, A. M., Devenish, C., Barrero, M. C. y Romero, M. H. (2009). «Colombia». En: C. Devenish, D. F.; Díaz Fernández, R. P.; Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation. Quito: Birdlife International (Birdlife Conservation Series num. 16). p. 135-148.
- IAvH y ANH. (2010). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000. Bogotá: IAvH y ANH.
- Ideam. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam, 72 p.
- Ideam. (2010). Estudio Nacional del Agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.
- Ideam. (2021). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2017-2018, escala 1:100.000.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Selva. (2012). «Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia». Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre Selva y UPRA. 165 p. Bogotá.
- Vélez R, L. y A. Gómez Sal. (2008). "Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje." Arbor CLXXXIV 729: 31-44



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





2.4.1. Variable fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)

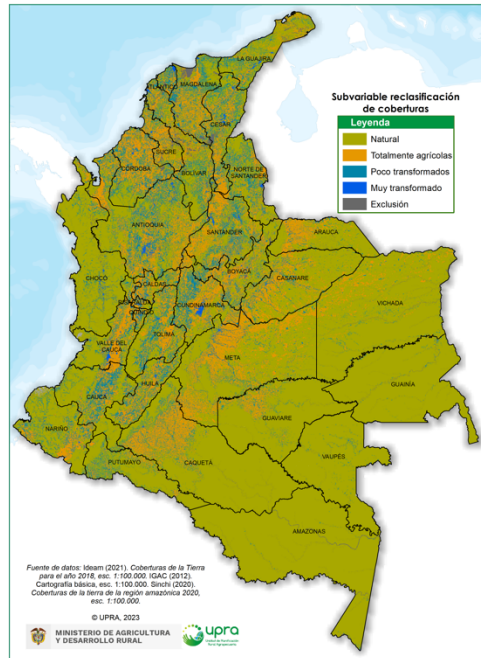
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>integridad ecológica</i>		
VARIABLE: <i>fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)</i>		UNIDAD DE MEDIDA: Categoría cualitativa de fragmentación y conectividad estructural
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>La heterogeneidad espacial del paisaje se analiza a partir de la conectividad y la fragmentación (MacArthur & Wilson, 1967; Tischendorf & Fahrig, 2000; Correa-Ayram, 2009). Requiere establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencias y contrastes) en el territorio que limiten o aumenten el 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. Así mismo, evalúa el grado de estabilidad geométrica y espacial que permite la permanencia de los parches y corredores contenidos en las matrices del paisaje. La variable analiza no sólo la distancia entre fragmentos naturales funcionales y las rutas con menor costo (resistencias y contrastes) para el desplazamiento de la biodiversidad por el paisaje, sino también el grado de estructuración y mantenimiento de los fragmentos naturales. En todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). Por lo tanto, la variable parte del análisis tanto 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, como del grado de estructuración y mantenimiento de cada uno de los fragmentos naturales o fragmentación.</p> <p>De esta forma, en términos de la aplicación en el presente estudio, en áreas de transición entre la matriz de parches transformados, los parches o fragmentos naturales mejor consolidados, la matriz de mayor conectividad de las coberturas naturales, permiten evaluar la aptitud para la producción apícola, siendo intermedia, cuando los resultados de las métricas de fragmentación nos arrojan mejor estabilidad estructural de los parches y mayores conectividades, puesto que algunas actividades ligadas a la producción apícola podrían modificar la matriz de áreas transformadas y afectar la continuidad de los procesos naturales.</p>		



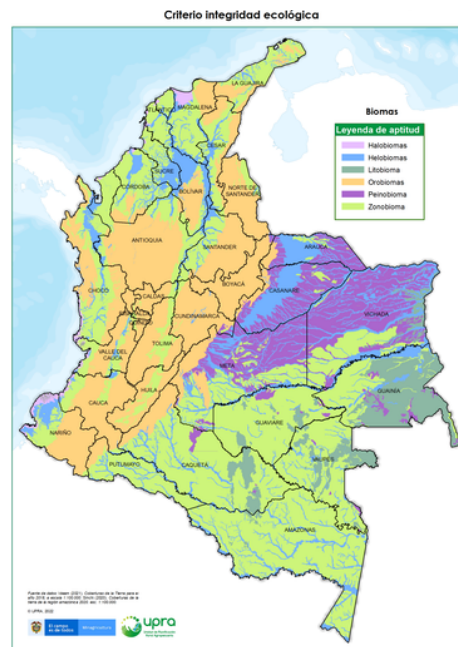
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
<p>La importancia de la variable radica en que contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental, mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, mantenimiento de poblaciones tanto animales como vegetales, flujos viables e información necesaria para el funcionamiento natural de la cual dependen en gran medida los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos</p>
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
<p>En el análisis de esta variable, no se presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
<p>Al basarse en la capa de Coberturas de la Tierra 2018, a escala 1:100000 la información puede contener cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los errores asociados a la escala cartográfica.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>Para el procesamiento de esta variable, se partió de la realización de una reclasificación de las categorías de cobertura Corine Land Cover del mapa de coberturas de la tierra generado por el Ideam (2021).</p> <p>Esta reclasificación se hace necesaria para poder obtener precisión sobre el grado de artificialización de las coberturas y así reconocer el probable impacto positivo o negativo que pueda tener la producción apícola sobre los diferentes ecosistemas, sean naturales o artificiales existentes en el país. Para esta zonificación se reconoce que la afectación del grado de artificialidad de las coberturas puede recaer diferentemente en la producción apícola.</p> <p>De esta manera se reclasificaron las coberturas para obtener los grupos de coberturas que se muestran a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas naturales • Poco transformados • Totalmente agrícolas • Muy transformados



A partir de esta reclasificación se obtuvo la siguiente cartografía:



Adicionalmente, se realizó para cada grupo, una segmentación en relación con los biomas, para evitar alteración de las métricas de fragmentación.



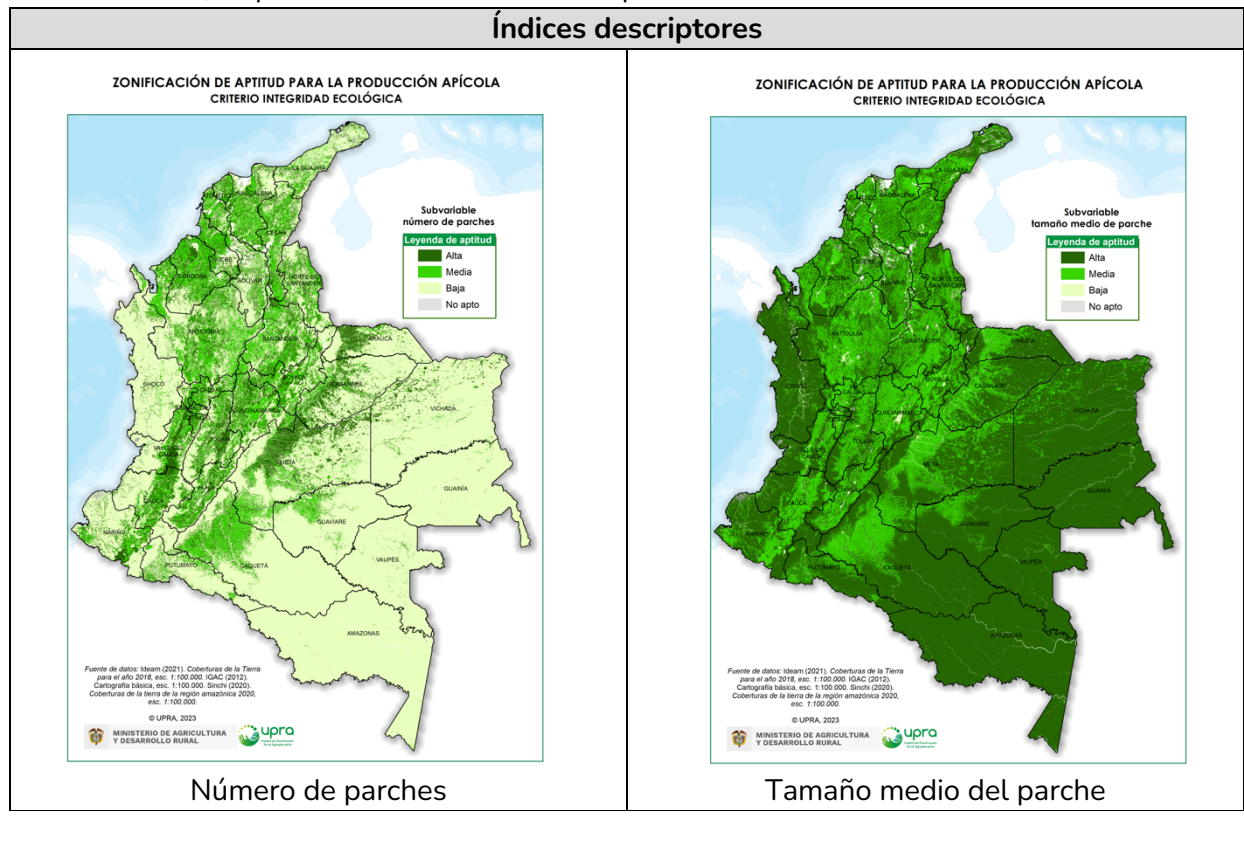
Sobre cada segmento se calcularon las diferentes métricas del paisaje con la ayuda del software *Patc Analyst* y *ArcGis*. Las métricas evaluadas corresponden a dos grupos: Índices descriptores de la geometría espacial de los parches (tamaño medio de parches y número de parches), y Métricas de forma o índices de forma (dimensión fractal y complejidad de forma).



Los índices descriptores generan información relevante sobre el tamaño y la cantidad de parches (considerando como parche cada uno de los polígonos de cada una de las diferentes coberturas reclasificadas), de esta manera, mediante este cálculo se puede deducir que cuando una categoría determinada de cobertura posee pocos parches y parches de una extensión importante, este tipo de cobertura presenta menos fragmentación y viceversa.

Por otro lado, con la medición de los índices de forma basados en geometría de fractales (dimensión fractal y complejidad de forma), se puede establecer el grado de mantenimiento y consolidación geométrica de los parches frente a la probabilidad de ruptura o fragmentación de estos. La dimensión fractal a partir de una relación área/perímetro, indica que tan probable es que un determinado parche pueda fraccionarse, siendo los valores cercanos a 1 los de mayor estabilidad geométrica (formas circulares o cuadradas) y los valores que más se alejen de 1 son parches de menor estabilidad geométrica los cuales, por lo general, presentan cada vez más formas ameboides, formas que muestran gran probabilidad de partición o fragmentación. El otro índice calculado, complejidad de forma, muestra similares resultados a la dimensión fractal, diferenciándose en que este genera una relación entre la forma de cada uno de los parches frente al total de la clase (suma de todos los polígonos) de cada una de las coberturas reclasificadas.

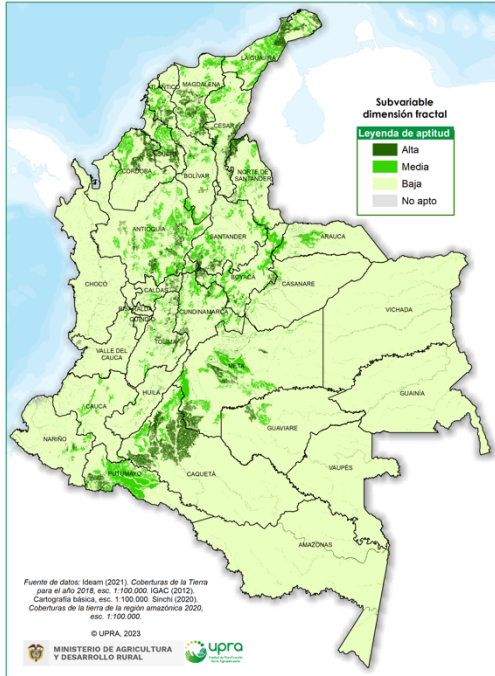
A continuación, se presentan los diferentes mapas de cada uno de los índices calculados:





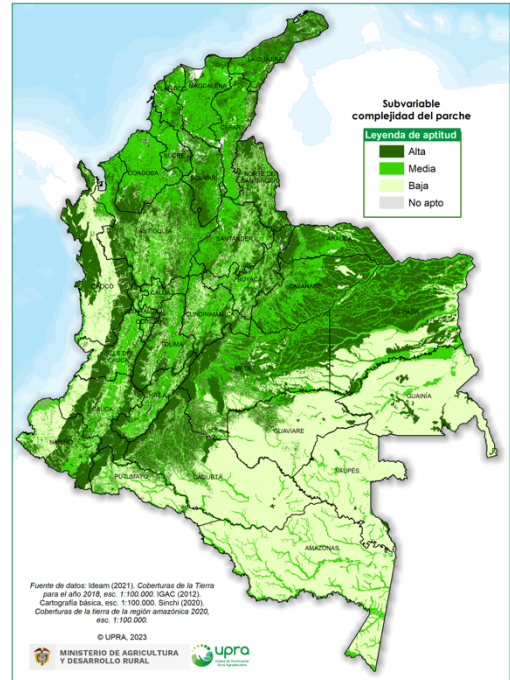
Índices de forma

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN APÍCOLA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Dimensión fractal

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN APÍCOLA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Complejidad de forma

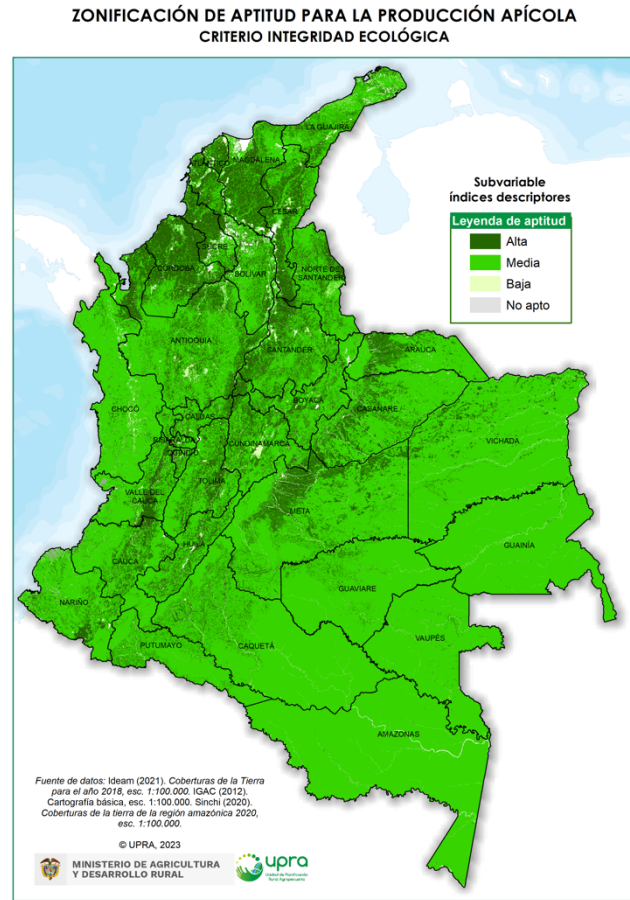
Tanto los índices descriptores como los de forma se fusionaron en un solo mapa para obtener un mapa de índices descriptores y un mapa de índices de forma, respectivamente, a través de la aplicación de árboles de decisión, como se observa a continuación:

Índices descriptores

Tamaño medio	Número parches	índices descriptores
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A2
A3	A1	A3
A3	A2	A3
A3	A3	A3



A partir de la aplicación del árbol de decisión se obtuvo el siguiente mapa para este grupo de índices:



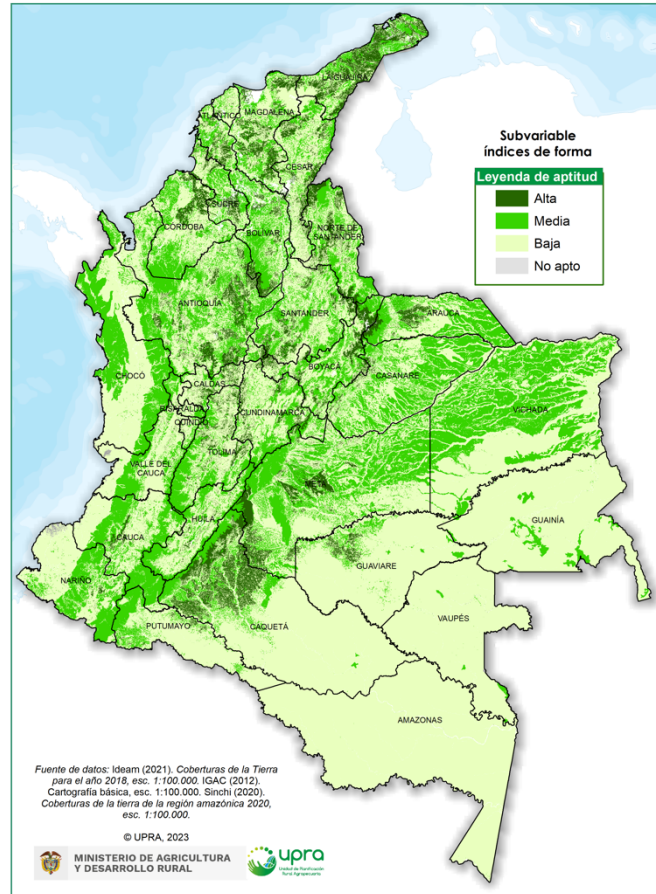
Índices de forma

Dimensión fractal	Complejidad forma	índices forma
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A3
A3	A1	A2
A3	A2	A3
A3	A3	A3

A partir de la aplicación del árbol de decisión se obtuvieron los siguientes mapas para el grupo de índices de forma:



**ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN APÍCOLA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA**



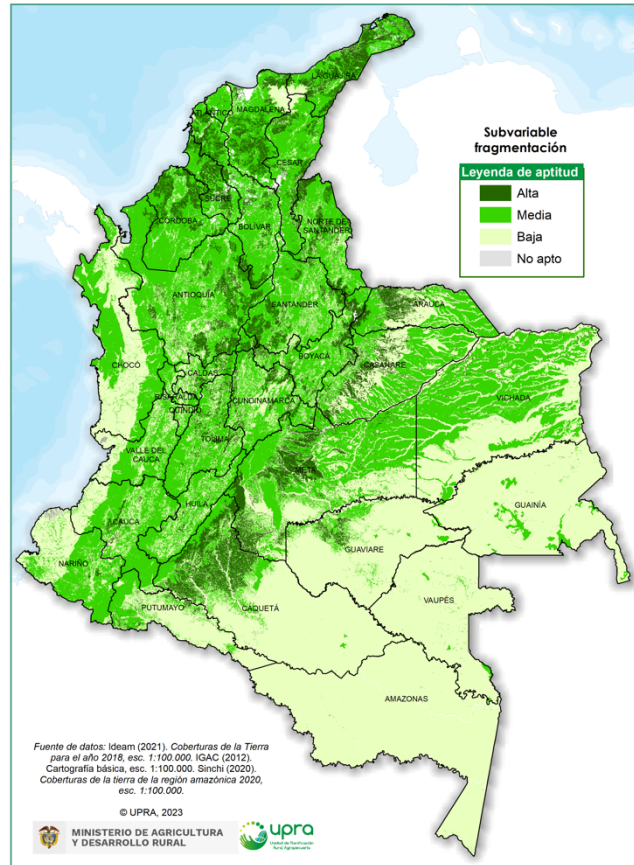
A partir de los mapas construidos (índices de forma y descriptivos), y bajo la aplicación de un árbol de decisión se unieron para así obtener el mapa de la subvariable fragmentación, como se aprecia a continuación.

índices descriptores	índices forma	Fragmentación
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A3
A3	A1	A2
A3	A2	A3
A3	A3	A3



Mapa de la subvariable *fragmentación*

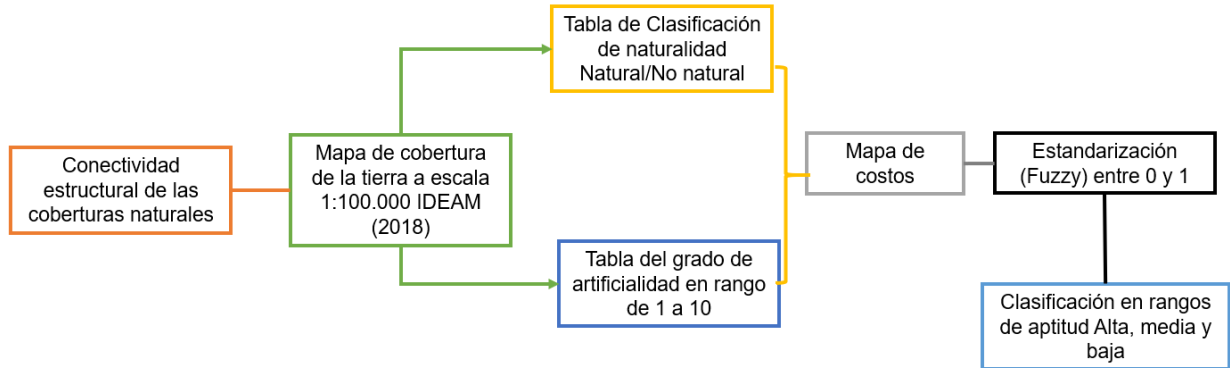
ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN APÍCOLA CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



La otra subvariable estudiada para la conformación de la variable *fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)*, del criterio de integridad ecológica, corresponde a la *conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)*, la cual permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, como elemento necesario para el desplazamiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas. Para dicho análisis se parte del mapa de coberturas de la Tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010). Adicionalmente, se identifican las coberturas no naturales y el grado de artificialidad, a partir del cual se definen los pesos de resistencia de paso, a partir de esto se determina el costo de desplazamiento de las especies haciendo uso de la herramienta costes del programa ArcGis.



Esquema metodológico de la variable *conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)*



Para establecer las calificaciones de artificialidad en la tabla se consideraron:

Áreas que representan un alto costo para la conectividad de las estructuras de las coberturas naturales como los territorios artificializados, la calificación es 10.

La resistencia de las coberturas se califica conforme a un modelo de resistencia, que de acuerdo con Correa (2009), describe los parámetros que confieren mayor o menor movilidad a las especies o los servicios ecosistémicos a través de la matriz del paisaje. Por lo tanto, áreas que corresponden a la misma cobertura existente, o con un área de bosques o coberturas naturales en la que el costo sea menor, le corresponde una calificación de 1.

En las áreas con actividades agropecuarias, la calificación se hace respecto al impacto que puede tener el desarrollo de estas actividades en los procesos de conectividad; la calificación puede variar entre 2 y 9.

Se consideraron las áreas húmedas y los cuerpos de agua con un costo moderado para la conectividad, ya que estas permiten la relación de las distintas especies.

Calificación de costos para el criterio conectividad estructural

Calificación	
Artificialidad alta	10
Artificialidad media	9
Artificialidad baja	8
Semi-artificial alto	7
Semi-artificial medio	6
Semi-artificial bajo	5

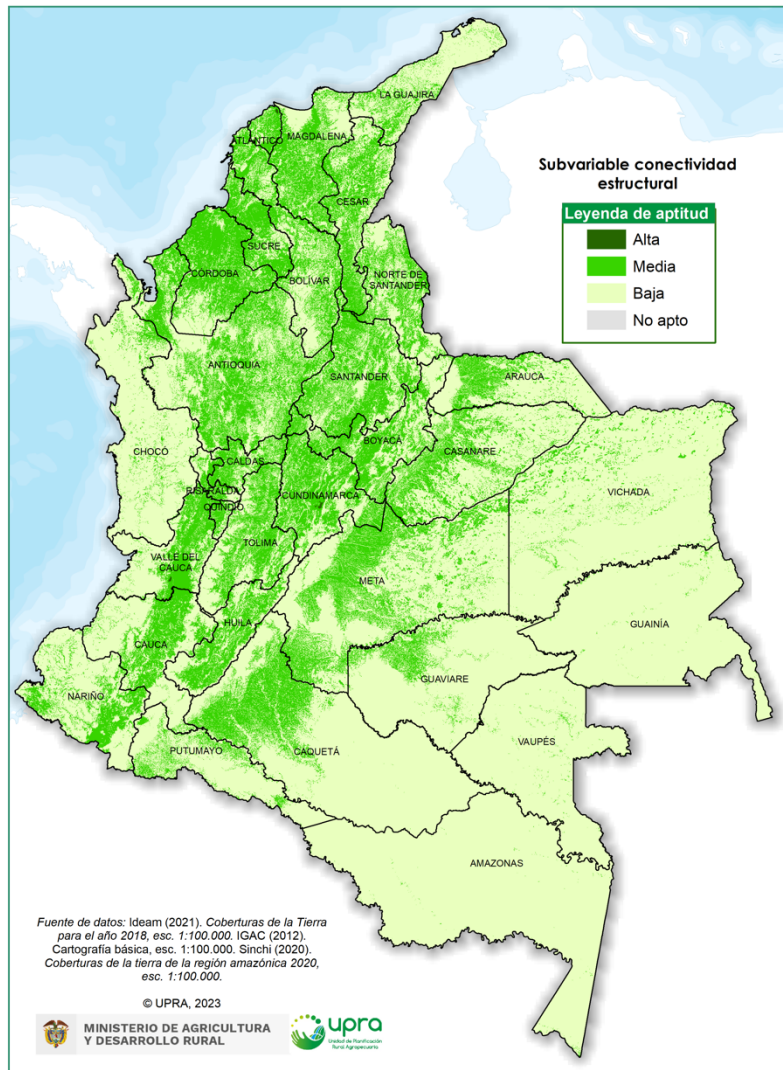


Sin artificialidad bajo	4
Sin artificialidad medio	3
Sin artificialidad alto	2
Natural	1

Fuente: UPRA (2018).

Identificadas las coberturas naturales del territorio, con la calificación de la artificialidad, se realizó el mapa de costo de distancia (coste de distancia) a través del análisis de sistema de información geográfica SIG. Así, de forma general, la conectividad media, para este ejercicio, tendrá la mayor aptitud, conectividad baja aptitud media, y a una alta conectividad una menor aptitud.

**ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA LA PRODUCCIÓN APÍCOLA
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA**





Por último, se integraron las subvariables fragmentación y conectividad, a través del siguiente árbol de decisión.

Aptitud fragmentación	Aptitud conectividad	Aptitud de la variable
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A2
A3	A1	A2
A3	A2	A2
A3	A3	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Calificación de la variable *fragmentación y conectividad estructural de las coberturas naturales (FCECN)*.

Descripción	Aptitud
<p>Conectividad baja > 17.000.000</p> <p>Mayor número de parches Mayor tamaño medio de los parches Mayor dimensión fractal media del parche (>1,45). Parches cortos con menor complejidad de forma</p>	Alta (A1)
<p>Conectividad media. 50 - 17.000.000</p> <p>Moderado número de parches. Moderado tamaño medio de los parches. Moderada dimensión fractal media del parche (1,41 – 1,45). Parches medios con moderada complejidad de forma</p>	Media (A2)
<p>Conectividad alta <50</p> <p>Parches asociados a coberturas naturales. Menor tamaño medio de los parches Menor dimensión fractal media del parche (<1,41). Parches largos con mayor complejidad de forma</p>	Baja (A3)
-	No apto (N1)

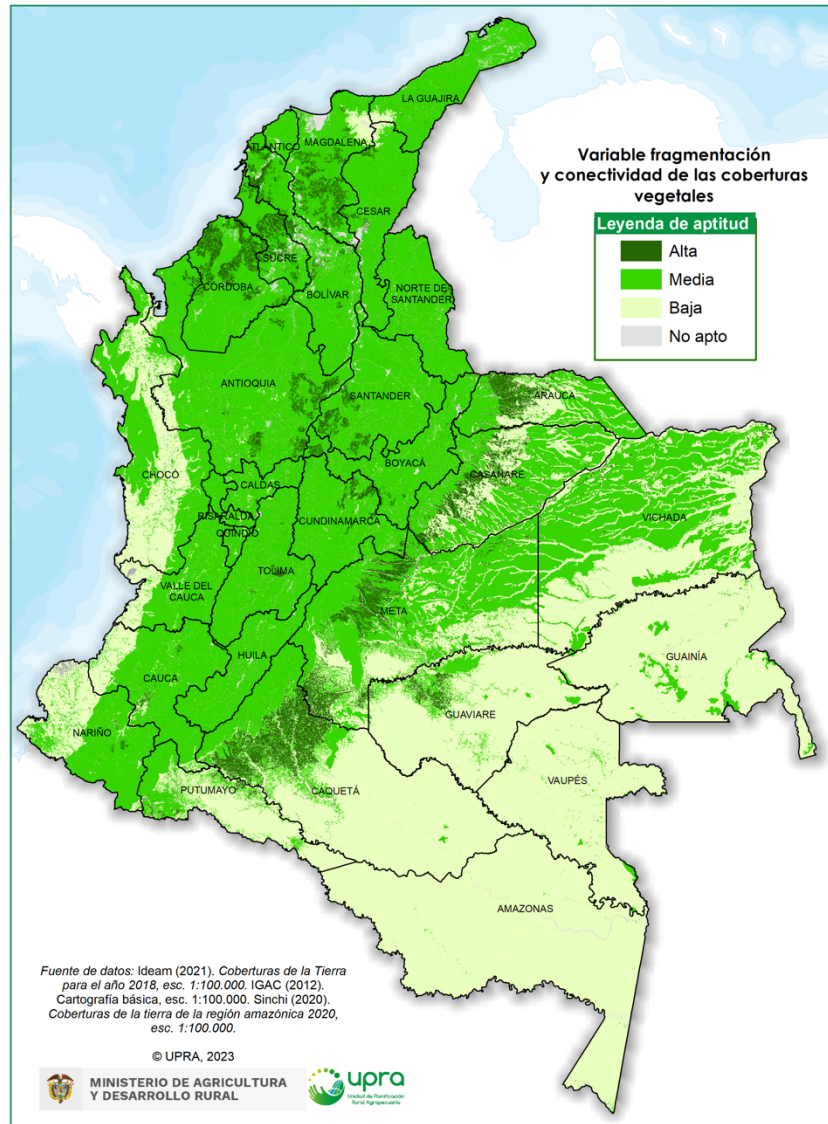


Unidad de análisis	Unidad de cobertura
--------------------	---------------------

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Correa A., C. A. (2009). Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo. En: Revista Pérez – Arbelaezia No. 19: 115 – 139.
- Ideam. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72 p.
- MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. (1967). La teoría de la biogeografía de la isla. Princeton, New Jersey: Presión de la universidad de Princeton.
- Tischendorf, L. y Fahrig, L. (2000). How should we measure landscape connectivity? Landscape Ecology 15: 633-641.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2.4.2. Variable *índice de naturalidad (INAT)*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>integridad ecológica</i>		
VARIABLE: <i>índice de naturalidad (INAT)</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Se refiere a las coberturas naturales en las que se desarrollan procesos ecológicos esenciales para sustentar la vida y satisfacer la demanda natural.</p> <p>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 territorio (Vélez y Gómez, 2008).</p> <p>Cuanta más alta sea la naturalidad, tanta menor será la aptitud para la producción apícola, puesto que las labores productivas pueden interferir en el desarrollo de procesos naturales. Por su parte, en las áreas con menor y moderada naturalidad mayor será la aptitud para esta producción, pues no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente..</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Contribuye en la estimación de la sostenibilidad ambiental de la unidad geográfica de análisis (unidad biogeográfica), mediante la cantidad de espacios disponibles para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Esta variable no genera exclusión técnica (N1). Se identifica un rango de variación porcentual respecto al área de la unidad biogeográfica, y se establece un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.</p>		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

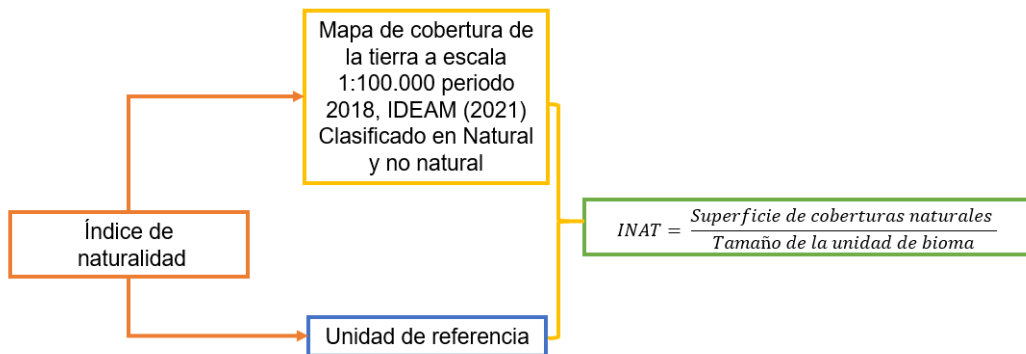
Al tener de base la capa oficial de Coberturas de la tierra 2018, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido desde el 2018.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para este estudio se relaciona el área de todos los tipos de coberturas naturales (vegetación y recursos hídricos) según la clasificación de Corine Land Cover (a partir del mapa oficial de coberturas, escala 1:100.000, elaborado por las entidades del SINA (Ideam, 2021). Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de Unidades biogeográficas facilitado por el Instituto Alexander Von Humboldt (2017).

$$INAT = \text{Superficie de coberturas naturales (ha)} / \text{tamaño de unidad biogeográfica (ha)}$$

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 de Márquez (2003) y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para la producción apícola.

Calificación de la variable índice de naturalidad por subzona hidrográfica (INAT).
(Adaptado de Márquez, 2003)

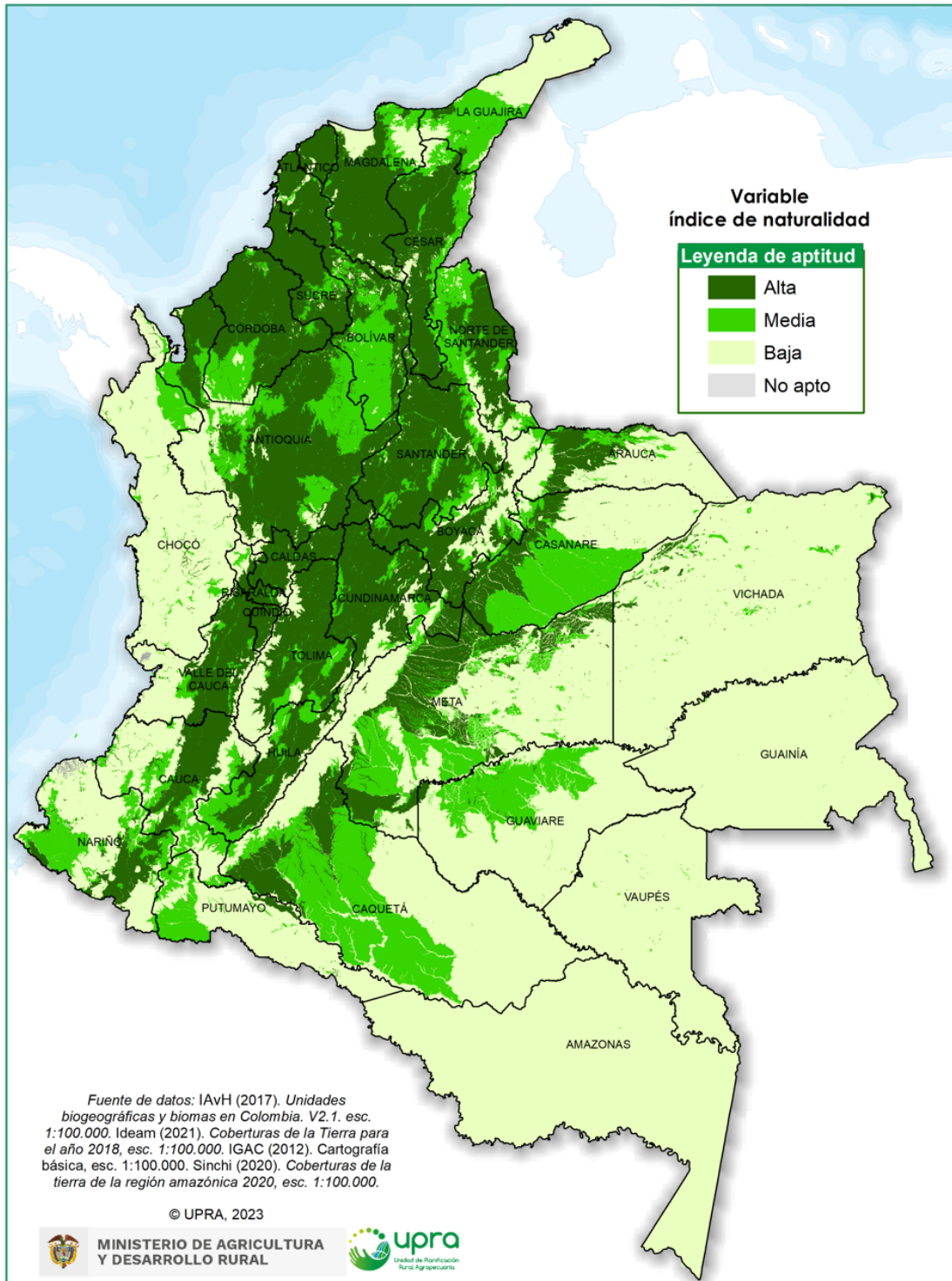
Descripción	Proporción de área de la unidad biogeográfica (%)	Aptitud
INAT muy baja – vital,	< 50	Alta (A1)



INAT baja – estratégica, INAT moderada		
INAT alta	50 – 75	Media (A2)
INAT muy alta – protección	75 – 100	Baja (A3)
Unidad de análisis	Porcentaje	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> • Ideam. (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. • Márquez C., G. (2003). Ecosistemas estratégicos de Colombia. Sociedad Geográfica de Colombia. Recuperado de: http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf. • IAVH. (2017). Unidades biogeográficas. • Vélez, Restrepo, L. y A. Gómez Sal. (2008). "Un marco conceptual y analítico para estimar la integridad ecológica a escala de paisaje." Arbor CLXXXIV 729: 31-44. 		



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



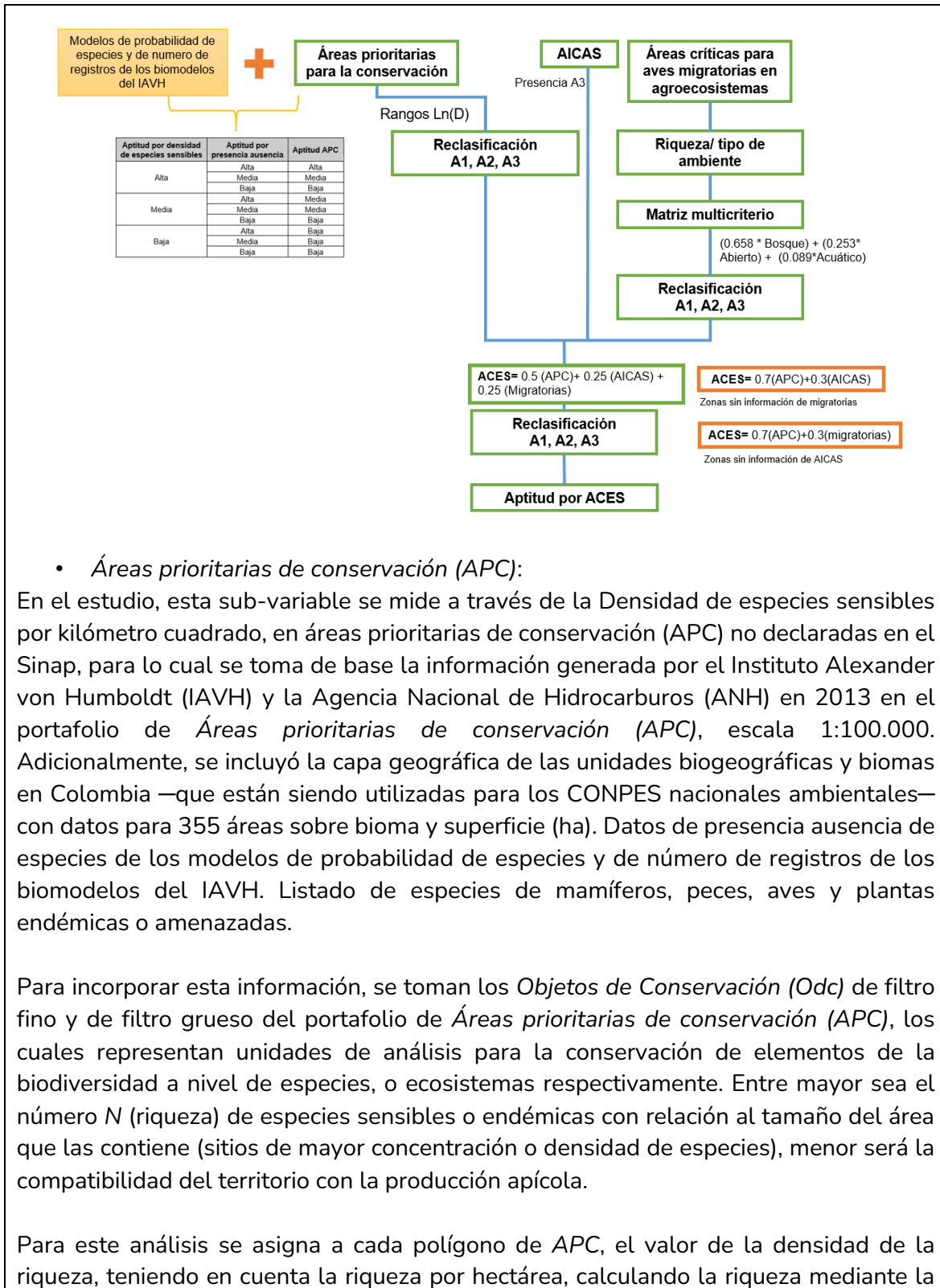


2.4.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: <i>integridad ecológica</i>		
VARIABLE: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	UNIDAD DE MEDIDA: Cualitativo, requiere asignación de pesos para integrar especies sensibles en AICAS y APC; riqueza potencial de especies migratorias	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Establece zonas donde se concentran especies sensibles mediante indicadores pertinentes, como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas de agroecosistemas. De igual forma, integra las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS).</p> <p>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 <i>altos valores para la conservación (AVC)</i> por sus niveles de concentración de biodiversidad (en especial de especies amenazadas, de distribuciones reducidas, o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración).</p> <p>Estas áreas son de importancia debido a que constituyen sitios de refugio para elementos de la biodiversidad sensible, los cuales prestan servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas, control de plagas, entre otros. Además, aportan en el funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos, a través de la integración de cadenas alimenticias, ciclos biogeoquímicos, entre otros.</p> <p>De esta forma, entre mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, es menor la aptitud para la producción apícola, por cuanto algunos procesos productivos pueden generar presión 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 la producción apícola es mayor.</p>		



IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
<p>Permite identificar áreas donde la producción apícola podría generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas.</p>
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
<p>La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones. Pero el enfoque radica en la continuidad que debe prevalecer en el territorio en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas, control biológico de plagas, entre otras), de tal forma que entre mayor sea la concentración de especies sensibles, menor es la aptitud para la producción apícola, puesto que pueden generar presiones recíprocas a los ciclos naturales de las especies.</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
<p>No existen estudios a nivel nacional que determinen la distribución y concentración de especies sensibles, por lo que el cubrimiento no es homogéneo. Esto supone integrar varios estudios realizados con metodologías y finalidades diversas, para complementar el panorama nacional.</p> <p>Partiendo del supuesto que en todo el país hay biodiversidad con valor de conservación, se destacan algunos lugares del territorio debido a la concentración de esta biodiversidad. Por lo tanto, la variable supone una menor concentración en las áreas no mencionadas, pero puede llegar a corresponder en realidad a estudios no elaborados, por lo que ha de complementarse a medida que se incorpore nueva información al respecto.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>Esta variable se construye a partir de los siguientes insumos: mapas de polígonos y bases de datos asociadas de áreas prioritarias de conservación, datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, libro rojo de especies amenazadas en Colombia, listas áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS), y riqueza potencial para aves migratorias en agroecosistemas. Se emplea la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAVH – ANH, 2013), AICAS (BirdLife, 2022), y agroecosistemas (Selva, 2012). El esquema metodológico de la variable se describe a continuación:</p>





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.

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) = -10,02 a -5,72) APCs con densidad baja de especies sensibles (ln (D) = -5,71 a -2,77)	Media (A2)
APC con densidad moderada de especies sensibles (ln (D) = -2,76 a -1,42) APC con densidad alta de especies sensibles (ln (D) = -1,42 a -0,06) APC con densidad muy alta de especies sensibles (ln (D) = -0,05 a 6,42)	Baja (A3)
-	No apto (N1)

Posteriormente, se utilizó la capa de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia y los datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH y el listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas, para construir el parámetro denominado especies prioritarias, se deben incluir todos los biomodelos.

Se contabiliza por medio de los datos de presencia ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, para asignar 1 para las especies presentes y 0 para las ausentes. Se asigna a cada unidad biogeográfica el valor de las especies amenazadas o endémicas que le corresponda. Posteriormente se unen estas dos tablas por medio del campo *unidad biogeográfica* en el software *ArcGis 10.4.* y se obtiene una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad, luego se realizó una clasificación de los valores obtenidos.

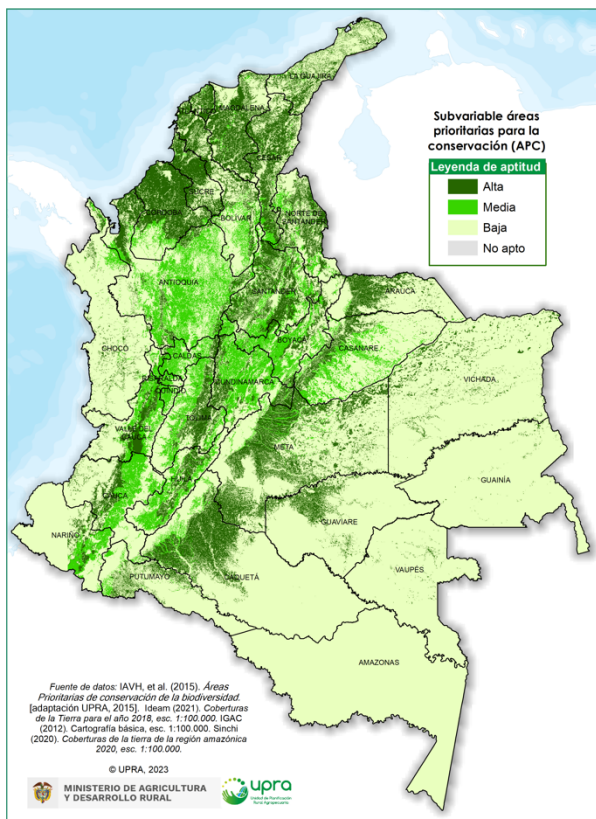
Posteriormente, se reclasifican los parámetros evaluados de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual se adopta el nivel de mayor restricción para ser consecuente con el principio de precaución, así:



Aptitud por densidad de especies sensibles	Aptitud por presencia ausencia	Aptitud APC
Alta	Alta	Alta
	Media	Media
	Baja	Baja
Media	Alta	Media
	Media	Media
	Baja	Baja
Baja	Alta	Baja
	Media	Baja
	Baja	Baja

Una vez obtenido este mapa, se realizó una comparación con las áreas naturales y aquellas que contenían áreas naturales se calificaron con aptitud baja (A3), es decir todas las áreas naturales se mantuvieron con aptitud baja y los APC se clasifican en aptitud media (A2) y alta (A1), en aquellas zonas donde no existen coberturas naturales.

Los rangos de aptitud para APC finalmente son:

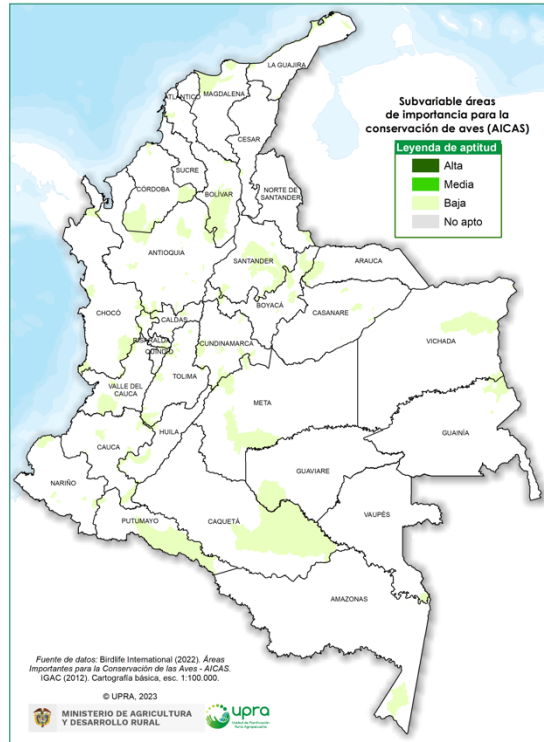


Descripción	Aptitud
Baja presencia de APC y especies sensibles	Alta (A1)
Alta presencia de APC y especies sensibles	Media (A2)
Áreas asociadas a coberturas naturales, en las cuales se asume una muy alta densidad de especies	Baja (A3)



- **Áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICAS).**

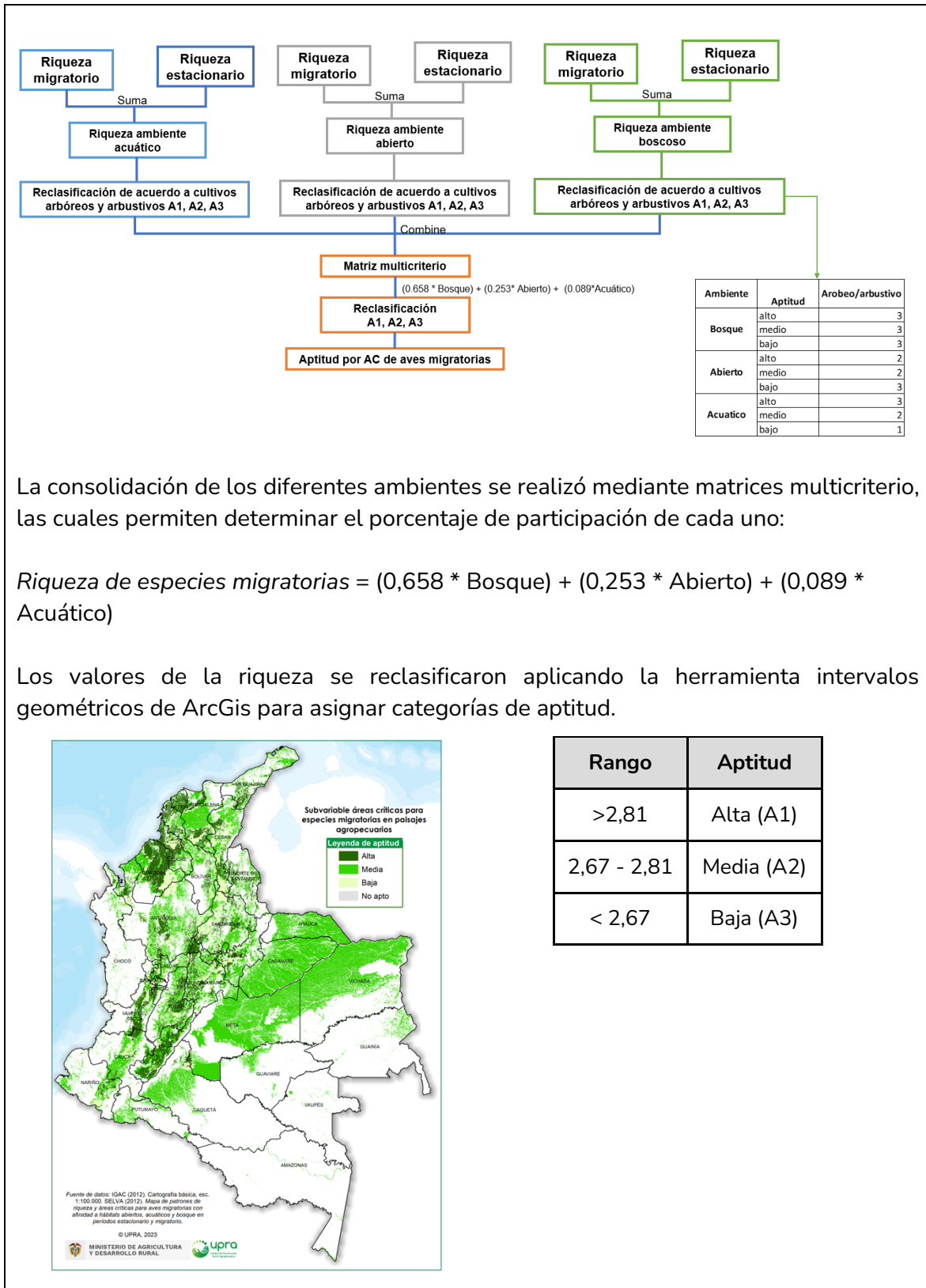
Para el desarrollo y análisis de las AICAS, se tomó la información suministrada por el IAVH, relacionada con AICAS, en formato shape y documental. Se ajustó la riqueza de la capa AICAS (BirdLife, 2022) de acuerdo con la información publicada en la página BirdLife International, tomando las categorías de especies vulnerables y amenazadas de cada AICA. Teniendo en cuenta la importancia de cada AICA, se define la aptitud A3 para la totalidad de estos polígonos.



- **Áreas críticas (AC) para aves migratorias en paisajes agropecuarios.**

A partir de la información producida por Selva (2012), se emplearon las capas relacionadas con riqueza de especies de periodo estacionario y migratorio, asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Para los hábitats bosque y acuático se realizó un esquema por *Fuzzy*, donde uno (1) es la menor presencia y tres (3) la mayor. Seguido a esto los tres hábitats se reclasificaron y combinaron. La reclasificación se realizó teniendo en cuenta la implementación coberturas arbóreas y arbustivas, en las cuales se considera que la afectación en la aptitud de la riqueza es baja, como lo es la producción apícola.

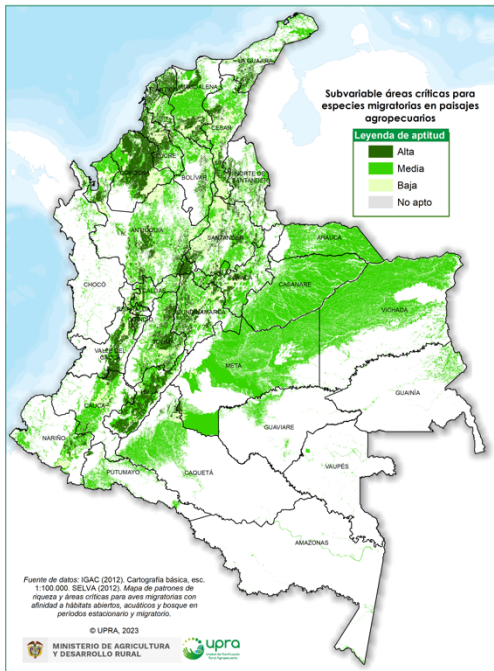
La siguiente figura ilustra el procedimiento para encontrar la aptitud de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, en los periodos migratorio y estacionario, sumando estas dos capas a fin de identificar aquellas áreas que representan ambientes 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:

$$\text{Riqueza de especies migratorias} = (0,658 * \text{Bosque}) + (0,253 * \text{Abierto}) + (0,089 * \text{Acuático})$$

Los valores de la riqueza se reclasificaron aplicando la herramienta intervalos geométricos de ArcGis para asignar categorías de aptitud.



Rango	Aptitud
>2,81	Alta (A1)
2,67 - 2,81	Media (A2)
< 2,67	Baja (A3)



Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad y evitar redundancias, se realizó también a través matrices multicriterio, obteniendo los siguientes pesos:

$$ACES = 0,5 (APC) + 0,25 (AICAS) + 0,25 (AC \text{ Migratorias})$$

Para aquellas áreas que no presentan información de especies migratorias se manejó la siguiente integración:

$$ACES = 0,7 (APC) + 0,3 (AICAS)$$

Para aquellas áreas que no presentan información de AICAS se manejó la siguiente integración:

$$ACES = 0,7 (APC) + 0,3 (\text{migratorias})$$

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos de aptitud para las ACES, calculados por intervalos *natural breaks*.

Rango	Aptitud
> 2,4	Alta (A1)
1,50 – 2,44	Media (A2)
<1,50	Baja (A3)

Unidad de análisis

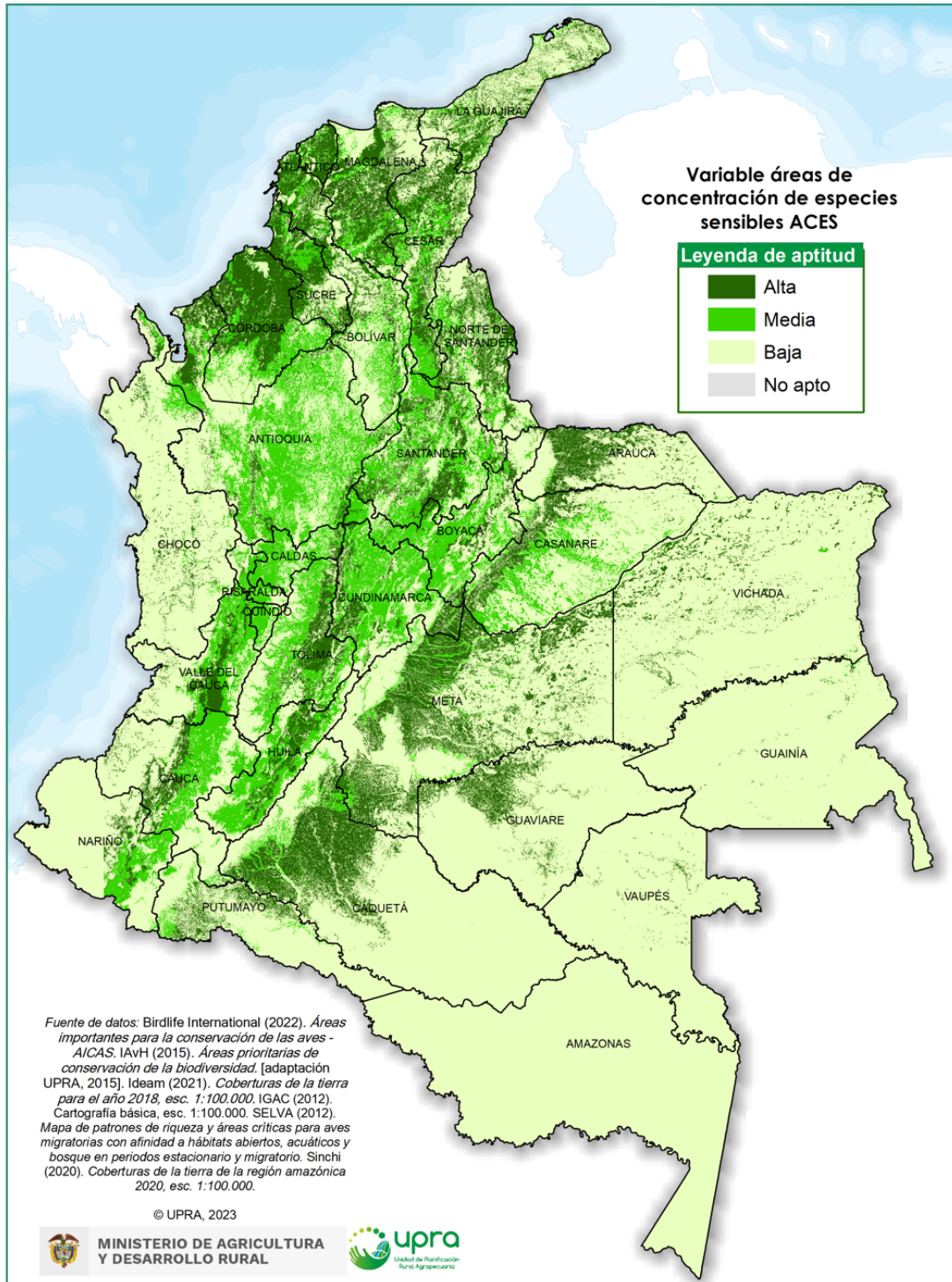
Cualitativo

FUENTES DE INFORMACIÓN

- BirdLife International (2022). Important Bird and Biodiversity Area (IBA) digital boundaries: March 2022 version. BirdLife International, Cambridge, UK.
- Franco, A. Devenish, C., Barrero, M. C. y 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.
- Instituto Alexander Von Humboldt y Agencia Nacional de Hidrocarburos (IAvH y ANH). (2013). Áreas prioritarias para la conservación. Escala 1:250.000
- Selva. (2012). Mapas de Modelamiento de Áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia. Convenio No. 044 del 2012 entre Selva y UPRA. Bogotá.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





2.5. Criterio competencia con polinizadores naturales

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>competencia con polinizadores naturales</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>El criterio se evalúa a través de las siguientes variables:</p> <p><i>Distribución geográfica de polinizadores naturales</i></p> <p>Subvariables:</p> <p>Distribución geográfica de <i>Bombus</i> sp.</p> <p>Distribución geográfica de <i>Xylocopa</i> sp.</p> <p>Distribución geográfica de la tribu <i>Meliponini</i></p> <p><i>Plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con Apis mellifera</i></p> <p>Subvariables:</p> <p>Flora natural</p> <p>Flora cultivada</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Define las zonas en donde se puede presentar competencia por recursos alimenticios entre la especie <i>Apis mellifera</i> y las especies de abejas nativas, debido a la alta distribución de las especies <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp. y abejas de la tribu <i>Meliponini</i>, consideradas como los polinizadores nativos más importantes y frecuentes en Colombia (Nates-Parra, 2016). La competencia también se puede deber a una alta probabilidad de uso común de recursos alimenticios provenientes de especies de plantas nativas y cultivadas.</p> <p>De acuerdo con Agüero et al. (2018), <i>Apis mellifera</i> es una especie considerada como uno de los invasores principales en sistemas mutualistas de polinización, puesto que alcanza abundancias superiores en comparación con otros visitantes florales (Aizen et al., 2014). Además de su potencial invasor, se suma la introducción deliberada de colmenas, lo que conlleva a un aumento en la densidad poblacional de esta especie, llevando a una superposición de su zona de distribución con otras especies (Delaplane y Mayer, 2000). Diversos estudios han demostrado que <i>A. mellifera</i> puede afectar fuertemente la estructura y organización de las redes de interacción planta-polinizador en sitios en donde ha sido introducida (Dattilo et al., 2022), debido a que es una especie generalista que domina los recursos de alimento y anidación, por lo que desplaza</p>		



agresiva e indirectamente a otros polinizadores, llevando a una homogenización biótica que puede traer impactos negativos a los servicios de polinización.

Para Torné-Noguera *et al.* (2016), *A. mellifera* no presenta comportamiento agresivo, sin embargo, se han registrado desplazamientos de abejas silvestres por esta especie, especialmente cuando existe alta superposición en el uso de recursos (Martins, 2004). Debido a que *A. mellifera* es una especie altamente generalista, existe alta probabilidad que utilice los mismos recursos y compita con abejas nativas (Valido *et al.*, 2014).

Además, esta especie tiene una alta capacidad competitiva debido a su organización social (Torné-Noguera *et al.* 2016), que le permite una óptima comunicación entre los miembros de la colmena favoreciendo la utilización de parches de vegetación aislados o distantes (Beekman y Ratnieks 2000).

De acuerdo con Thomson (2004) el principal mecanismo mediante el cual *A. mellifera* puede provocar un impacto sobre otras abejas se relaciona con la competencia por recursos alimenticios. Puesto que el alto consumo de néctar y polen que tienen las colmenas de esta especie podrían reducir la disponibilidad de estos recursos para otras especies de abejas (Agüero *et al.*, 2018); por lo tanto, los impactos de esta competencia dependen de la abundancia de *A. mellifera* y la oferta de recursos (Thomson, 2016).

La variable permite identificar la oferta floral, tanto nativa como cultivada, que es utilizada como recurso alimenticio por diferentes tipos de abejas, incluidas *A. mellifera*, y por tanto podrían reconocerse como recursos sobre los cuales se genera competencia.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite identificar aquellas áreas donde es posible que se presente competencia con *Apis mellifera*, permitiéndole al apicultor pensar en un número de colonias prudente con el fin de reducir el impacto en las abejas nativas.

Por lo tanto, el criterio integra unidades de mayor concentración y probabilidad de distribución de las diferentes especies de los géneros *Xylocopa* sp. y *Bombus* sp., y la tribu *Meliponini* en el territorio colombiano, permitiendo identificar zonas en donde podría generarse superposición de distribución con las especies nativas de referencia y competencia por recursos alimenticios y de nidificación, considerando que *A. mellifera* es una especie generalista que puede causar un impacto importante sobre los polinizadores nativos (Dattilo *et al.*, 2022).

De acuerdo con Thomson (2004), el principal mecanismo de afectación a las especies nativas de abejas se debe a la competencia por alimento, por tanto, el criterio también incluye las zonas en las que podría reconocerse un uso similar de recursos florales por diferentes especies de abejas, incluidas *A. mellifera*.



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó el criterio. En primer lugar, se tienen en el país actualmente estudios y colecciones de museo sobre sitios de colección de abejas del género *Xylocopa* sp., *Bombus* sp., y la tribu *Meliponini*, aunque el nivel de colección es adecuado, falta aún más colecciones a nivel del país. No se han realizado modelos corológicos previos sobre los factores que inciden en la distribución.

En segundo lugar, se identificaron las especies de plantas considerando principalmente los estudios de USDA (2017), Velandia et al. (2012) y Giraldo et al. (2011), los cuales no se encuentran actualizados, pero corresponden a los estudios con mayor identificación de flora con potencial apícola.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No hay valores de exclusión técnica; ninguna variable presenta límites que califiquen zonas del territorio nacional como no aptas (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

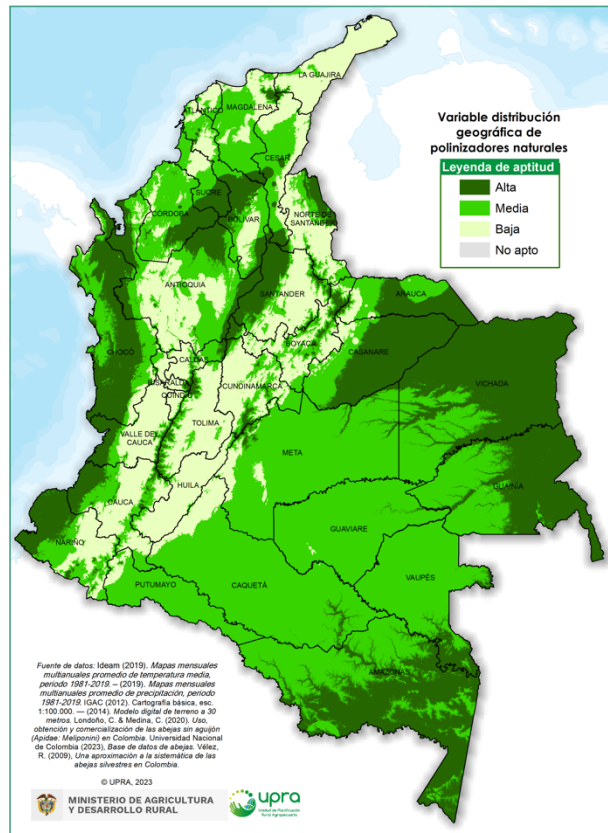
El criterio se analiza mediante la integración de las siguientes variables:

Distribución geográfica de polinizadores naturales. La metodología utilizada para la evaluación de la variable se fundamentó en la ubicación cartográfica de los puntos de colección de las abejas sin aguijón, carpinteras y abejorros, según información suministrada por el Laboratorio de Abejas del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (LABUN). Una vez georreferenciados los puntos de colección de la tribu *Meliponini*, *Xylocopa* sp. y *Bombus* sp., y según la información bibliográfica y los datos de colección se identificaron las variables ecológicas y ambientales de mayor importancia para cada sitio de colección, encontrándose que el rango altitudinal y la precipitación son las variables que más condicionan dicha distribución. Se definió un límite altitudinal para *Xylocopa* de 2800 m s. n. m., para *Bombus* 3500 m s. n. m. y para la tribu *Meliponini* 2200 m s. n. m., de acuerdo con lo reportado Vélez-Ruiz, (2009).

Posteriormente, con esta información y mediante la utilización de la extensión MAXENT para Arc Gis, se realiza la generación de la modelación de áreas de distribución. A partir del análisis de los datos obtenidos, se generaron rangos categóricos siguiendo intervalos geométricos para la definición de aptitud por la presencia de *Xylocopa* sp. y *Bombus* sp., y la tribu *Meliponini*. Es importante considerar que debido a que el objetivo de la variable es identificar la potencial competencia por la superposición de distribución de estas especies con *A. mellifera*, los rangos de aptitud se califican considerando que mayor probabilidad de distribución se traduce en mayor competencia y por tanto en menor aptitud para apicultura. La variable finalmente se construyó a



partir del promedio de la distribución de *Xylocopa* sp. y *Bombus* sp., y la tribu *Meliponini*, como grupos de abejas de referencia.



Plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con *Apis mellifera*.

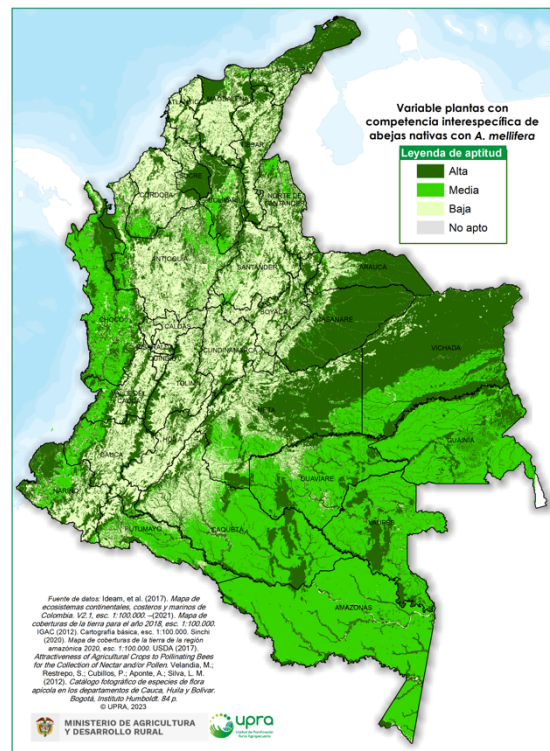
Esta variable se compone de dos subvariables asociadas a la flora natural y cultivada. La información base se construyó a partir de los estudios de USDA (2017), Velandia et al. (2012), Giraldo et al. (2011) y Nates-Parra (2016), con los cuales se elaboró el listado de las especies de plantas que son recursos alimenticios para diferentes especies de abejas, incluyendo *A. mellifera*. Una vez obtenido el listado, se realizó una división entre plantas cultivadas y plantas nativas, y se diferenció para cada planta la especie o genero de abeja que la visita. Para la flora cultivada se realizó una homologación con el mapa de coberturas Corine Land Cover, considerando el tipo de cultivo y se construyó una categoría de competencia de acuerdo con la abundancia de especies nativas que utilizan el recurso, siendo *baja* cuando solo se presentaba una especie, *moderada* dos especies, *alta* superior a dos especies. Posteriormente, se realizó un resumen de la frecuencia de estas categorías de competencia para cada categoría de cobertura y se dio una única calificación de competencia por cobertura.

Para la subvariable *flora natural*, se tomó el listado de especies nativas y se realizó la búsqueda en la base de datos del Herbario Nacional Colombiano, para obtener las



coordenadas de localización de cada especie. Recordando que para cada especie de planta se identificó la especie de abeja que la visita, se elaboró una tabla resumen del total de especies de abejas por planta. Posteriormente, se realizó una calificación por competencia considerando *baja competencia* cuando se presente una especie de abeja, *competencia moderada* 2 especies, *alta competencia* más de dos especies. Posteriormente, se realizó un cruce entre los puntos de localización de cada especie de flora natural con la capa de ecosistemas Ideam (2017) y se asignó a cada polígono el calificativo de competencia mayor.

Finalmente, la variable se obtuvo mediante la unión por el máximo de las subvariables *flora natural* y *flora cultivada*, es decir, manteniendo el calificativo más alto de competencia.



El criterio se elaboró a partir de la integración por el máximo de las variables *distribución geográfica de polinizadores naturales* y *plantas con competencia interespecifica de abejas nativas con Apis mellifera*.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Criterio	Categorías de aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Competencia con polinizadores naturales	Baja probabilidad de distribución de abejas nativas asociadas a los géneros <i>Xylocopa</i> sp., <i>Bombus</i> sp. y la tribu <i>Meliponini</i> , con baja y moderada competencia por recursos florales	Baja y moderada probabilidad de distribución de abejas nativas asociadas a los géneros <i>Xylocopa</i> sp., <i>Bombus</i> sp. y la tribu <i>Meliponini</i> , con moderada y alta competencia por recursos florales	Alta probabilidad de distribución de abejas nativas asociadas a los géneros <i>Xylocopa</i> sp., <i>Bombus</i> sp. y la tribu <i>Meliponini</i> , con alta competencia por recursos florales	-

FUENTES DE INFORMACIÓN

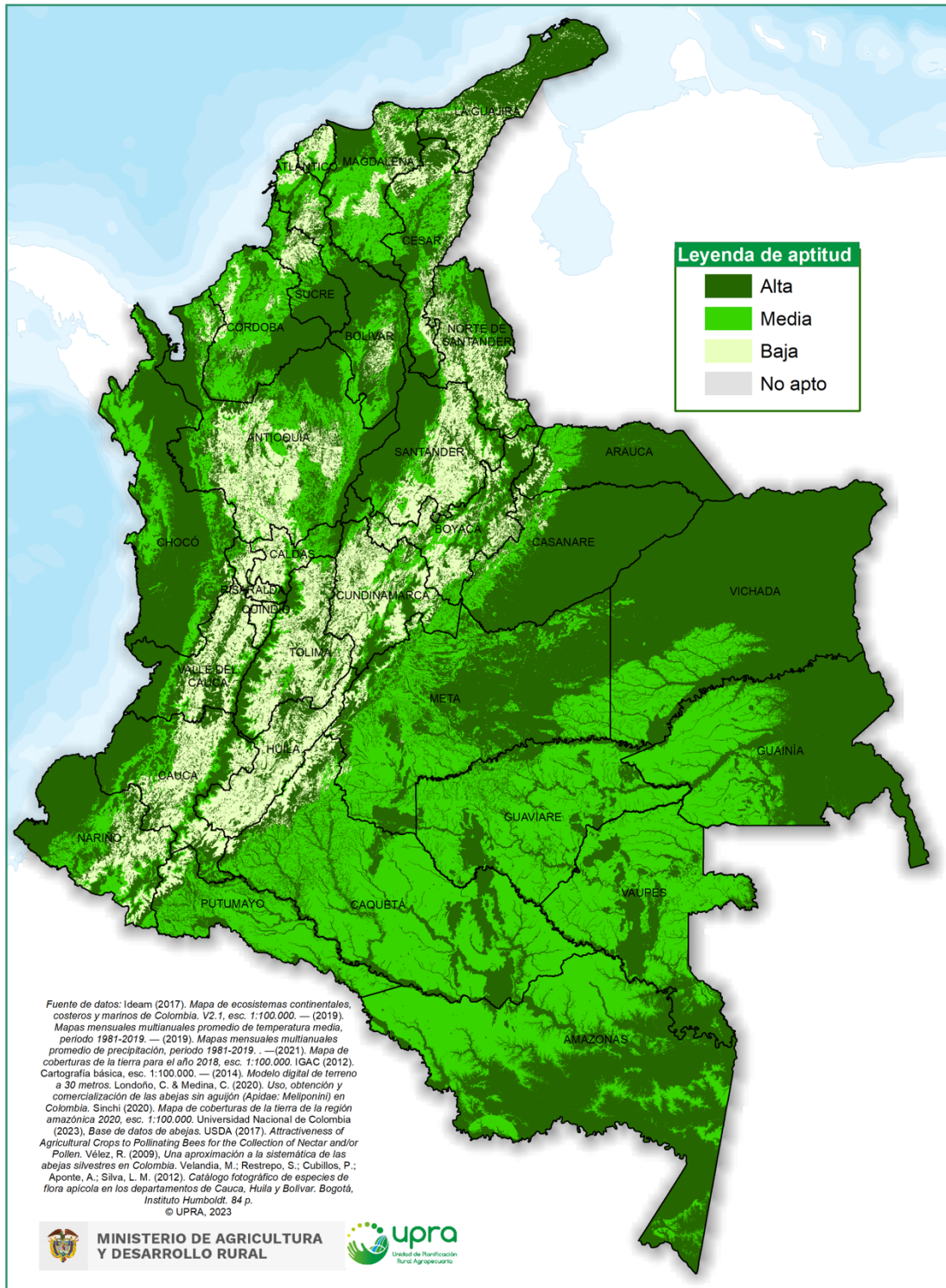
- Agüero, J., Rollin, O., Torretta, J., Aizen, M., Requier, F. y L. Garibaldi. (2018). Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales. *Ecosistemas* 27(2): 60-69 [mayo-agosto 2018] Doi.: 10.7818/ECOS.1365
- Aizen, M. A., Morales, C.L., Vázquez, D.P., Garibaldi, L.A., Sáez, A. y Harder, L.D. (2014). When mutualism goes bad: density-dependent impacts of introduced bees on plant reproduction. *New Phytologist* 204(2): 322-328.
- Beekman, M. y Ratnieks, F.L.W. (2000). Long-range foraging by the honeybee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14(4): 490-496.
- Dattilo, W., Pinilla, C., Luna, P., Ratoni, B., Díaz, I., Neves, F., Leponce, M., Villalobos, F. y R. Guevara. (2022). The Impact of the Honeybee *Apis mellifera* on the Organization of Pollination Networks Is Positively Related with Its Interactive Role throughout Its Geographic Range. *Diversity* 2022, 14(11), 917; <https://doi.org/10.3390/d14110917>
- Delaplane, K.S. y Mayer, D.F. (2000). *Crop Pollination by Bees*. CABI Publishing, Nueva York, Estados Unidos.
- Giraldo, C., Rodríguez, A., Chamorro, F., Obregón, D., Montoya, P., Ramírez, N., Solarte, V. y G. Nates-Parra. (2011). *Guía ilustrada de Polen y Plantas Nativas visitadas por Abejas*. Cundinamarca, Boyacá, Santander, Sucre, Atlántico y Sierra Nevada de Santa Marta. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Laboratorio de Investigaciones en Abejas-LABUN.
- Martins, D.J. (2004). Foraging patterns of managed honeybees and wild bee species in an arid African environment: ecology, biodiversity and competition.



- International Journal of Tropical Insect Science 24(01): 105- 115.
- Nates-Parra, G. (2016). Las colecciones entomológicas y las iniciativas de polinizadores. En. Iniciativa Colombiana de Polinizadores. Capítulo Abejas. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología.
 - Thomson, D.M. (2016). Local bumble bee decline linked to recovery of honey bees, drought effects on floral resources. *Ecology Letters* 19(10): 1247- 1255.
 - Thomson, D.M. (2004). Competitive interactions between the invasive European honeybee and native bumble bees. *Ecology* 85(2): 458–470.
 - Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S. y Bosch, J. (2016). Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and Applied Ecology* 17(3): 199-209.
 - United States Department of Agriculture USDA. (2017). Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen.
 - Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M. C., Jordano, P. (2014). Impacto de la introducción de la abeja doméstica (*Apis mellifera*, Apidae) en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias). *Ecosistemas* 23(3): 58-66.
 - Velandia, M., Restrepo, S., Cubillos, P., Aponte, A. y Silva, L. M. (2012). Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar. Bogotá, Instituto Humboldt. 84 p.
 - Vélez-Ruiz, R. (2009). Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Tesis para optar al título de Magíster en Ciencias – Entomología. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





2.5.1. Variable distribución geográfica de polinizadores naturales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: competencia con polinizadores naturales		
VARIABLE: distribución geográfica de polinizadores naturales	UNIDAD DE MEDIDA: Promedio de probabilidad de presencia y distribución	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Valora la distribución potencial de las abejas sin aguijón, las abejas carpinteras y los abejorros según la probabilidad de encontrarse poblaciones con las cuales pueda existir competencia con la especie <i>Apis mellifera</i>.</p> <p>De acuerdo con Agüero et al. (2018), <i>Apis mellifera</i> es una especie considerada como uno de los invasores principales en sistemas mutualistas de polinización, puesto que alcanza abundancias superiores en comparación con otros visitantes florales (Aizen et al., 2014). Además de su potencial invasor, se suma la introducción deliberada de colmenas, lo que conlleva a un aumento en la densidad poblacional de esta especie, llevando a una superposición de su zona de distribución con otras especies (Delaplane y Mayer, 2000). Se ha considerado que la distribución de esta especie es casi cosmopolita pues prospera en diversas regiones diferentes a su distribución nativa, ocupando una amplia gama de condiciones climáticas (Dattilo et al., 2022).</p> <p>Diversos estudios han demostrado que <i>A. mellifera</i> puede afectar fuertemente la estructura y organización de las redes de interacción planta-polinizador en sitios en donde ha sido introducida (Dattilo et al., 2022), debido a que es una especie generalista que domina los recursos de alimento y anidación, por lo que desplaza agresiva e indirectamente a otros polinizadores, llevando a una homogenización biótica que puede traer impactos negativos a los servicios de polinización. Para Torné-Noguera et al. (2016), <i>A. mellifera</i> no presenta comportamiento agresivo, sin embargo, se han registrado desplazamientos de abejas silvestres por esta especie, especialmente cuando existe alta superposición en el uso de recursos (Martins, 2004).</p> <p>En Colombia se han reportado 604 especies de abejas, incluidas en 64 géneros pertenecientes a 5 de las 7 familias que existen en el mundo (Vélez-Ruiz 2009, Smith-Pardo 2003). La tribu Meliponini agrupa todas las abejas conocidas como <i>abejas sin</i></p>		



aguijón localizadas en las áreas tropicales y subtropicales (Nates-Parra & Rosso-Londoño, 2016). En Colombia hay 14 géneros y 9 subgéneros con cerca de 120 especies identificadas (Rosso-Londoño, 2013). De acuerdo con Vélez-Ruiz (2009), estas abejas presentan comportamientos de nidificación similares a los de *A. mellifera*, aprovechando cualquier espacio disponible para nidificar.

Del género *Xylocopa* existen aproximadamente 470 especies distribuidas en zonas tropicales y subtropicales y ocasionalmente en zonas templadas (Rodríguez-Calderón, 2016). En Colombia se han reportado 36 especies (Vélez-Ruiz, 2009). Este tipo de abejas, conocido como abejas carpinteras del género (Familia Apidae, Himenóptera), son abejas grandes (13 – 30 mm). A menudo las hembras son de color negro y los machos de color amarillo o con marcas amarillas sobre el cuerpo. Nidifican sobre la madera seca, realizando pasajes paralelos en series de pequeñas celdas. Generalmente, se encuentran varias hembras encargadas del cuidado de un nido, por lo que es posible diferenciar jerarquías al interior del nido (Freitas y Oliveira, 2001).

Se encuentran en todos los continentes. En Colombia el género es ampliamente distribuido, aunque no hay reportes para la región Pacífica. En la Amazonia se encuentra en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés; en la región Andina se encuentra la mayor riqueza en Antioquia, Bolívar, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Norte de Santander, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca; en el Caribe en Atlántico, Magdalena y Sucre; en la Orinoquia en Casanare, Meta y Vichada. El género se distribuye altitudinalmente desde el nivel del mar hasta los 2700 metros (Vélez-Ruiz, 2009).

Por otra parte, los abejorros, o abejas del género *Bombus* spp. Latreille (1802), son un grupo importante de insectos sociales reconocidos en latitudes altas y regiones templadas como polinizadores de plantas silvestres y agrícolas. Sin embargo, en Colombia se pueden encontrar en altitudes desde los 0 hasta los 3600 m s. n. m. Estas abejas robustas y peludas tienen adaptaciones termo-regulatorias, incluida la endotermia facultativa, lo cual les permite vivir en grandes elevaciones como en ecosistemas alpinos y en el caso de Colombia en páramos. El conocimiento y conservación de estos organismos, es de vital importancia debido a su relación y coevolución con plantas silvestres y de producción agrícola, en especial en regiones alto-andinas donde se concentra diversos cultivos de alta importancia (Liévano et al. 1991, González et al. 2005).



IMPORTANCIA DE LA VARIABLE
<p>Contribuye a discriminar las unidades de mayor concentración y probabilidad de distribución de las diferentes especies de los géneros <i>Xylocopa spp</i> y <i>Bombus spp</i>, y la tribu Meliponini en el territorio colombiano, en donde podría presentarse competencia con <i>A. mellifera</i>, que ha sido reconocida como una especie que puede provocar un impacto sobre otras especies de abejas (Thomson, 2004).</p> <p>A partir de esta variable es posible identificar zonas en donde podría generarse superposición de distribución con las principales especies nativas y por en, algún tipo de competencia por recursos alimenticios y de nidificación, considerando que <i>A. mellifera</i> es una especie generalista que puede causar un impacto importante sobre los polinizadores nativos (Dattilo et al., 2022).</p>
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
<p>En el análisis de esta variable, no se presenta ningún límite que califique zonas del territorio nacional como no aptas (N1).</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
<p>Se tienen en el país actualmente estudios y colecciones de museo sobre sitios de colección de abejas del género <i>Xylocopa</i>, <i>Bombus</i> y la tribu <i>Meliponini</i>, aunque el nivel de colección es adecuado, falta aún más colecciones a nivel del país. No se han realizado modelos corológicos previos sobre los factores que inciden en la distribución.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>La metodología utilizada para la evaluación de la variable, se fundamentó en la ubicación cartográfica de los puntos de colección de las abejas sin aguijón, carpinteras y abejorros, según información suministrada por el Laboratorio de Abejas del Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (LABUN).</p> <p>Una vez georreferenciados los puntos de colección de la tribu <i>Meliponini</i>, <i>Xylocopa sp.</i> y <i>Bombus sp.</i>, y según la información bibliográfica y los datos de colección se identificaron las variables ecológicas y ambientales de mayor importancia para cada sitio de colección, encontrándose que el rango altitudinal y la precipitación son las variables que más condicionan dicha distribución.</p> <p>Las abejas del género <i>Xylocopa</i>, también pueden considerarse generalistas, pues tienden a adaptarse a temperaturas altas o bajas (Kearse, 2010). En Colombia se distribuyen desde el nivel del mar hasta los 2700 m s. n. m. (Vélez-Ruiz, 2009). Para el presente análisis se dejó un límite altitudinal de 2800 m s. n. m.</p>



Las especies de *Bombus* son tolerantes a las bajas temperaturas y pueden forrajear incluso con lluvias moderadas (Pinilla-Gallego et al. 2016). Diferentes estudios reportan límites altitudinales que van hasta los 3750 m s. n. m. Vélez-Ruiz (2009) reportó un límite altitudinal hasta 4500 m s. n. m. Para el presente análisis, se dejó un límite de 3500 m s. n. m., considerando que los reportes más frecuentes se encuentran entre 3200 y 3300 m s. n. m.

Debido al gran número de especies que se incluyen en la tribu Meliponini, los límites altitudinales son variables, oscilando desde 1640 hasta 3450 m s. n. m. según Vélez-Ruiz (2009); sin embargo, los reportes más frecuentes corresponden a los 2200 m s. n. m., por lo que se elige como límite altitudinal del presente análisis.

Posteriormente, con esta información y mediante la utilización de la extensión MAXENT para Arc Gis, se realiza la generación de la modelación de áreas de distribución, en el modelo se empleó como entrada principal las áreas que las variables de presión a polinizadores indican la favorabilidad o desfavorabilidad de encontrar las especies.

El modelo generado por el MaxEnt es un paquete informático desarrollado para modelar nichos y distribuciones de especies mediante la aplicación de una técnica de aprendizaje automático llamada máxima entropía. Esta extensión calcula a partir de un conjunto de cuadrículas ambientales (por ejemplo, climáticas) y de localidades de colecciones georreferenciadas, una distribución de probabilidad donde cada celda de la cuadrícula tiene una idoneidad prevista de las condiciones para la especie.

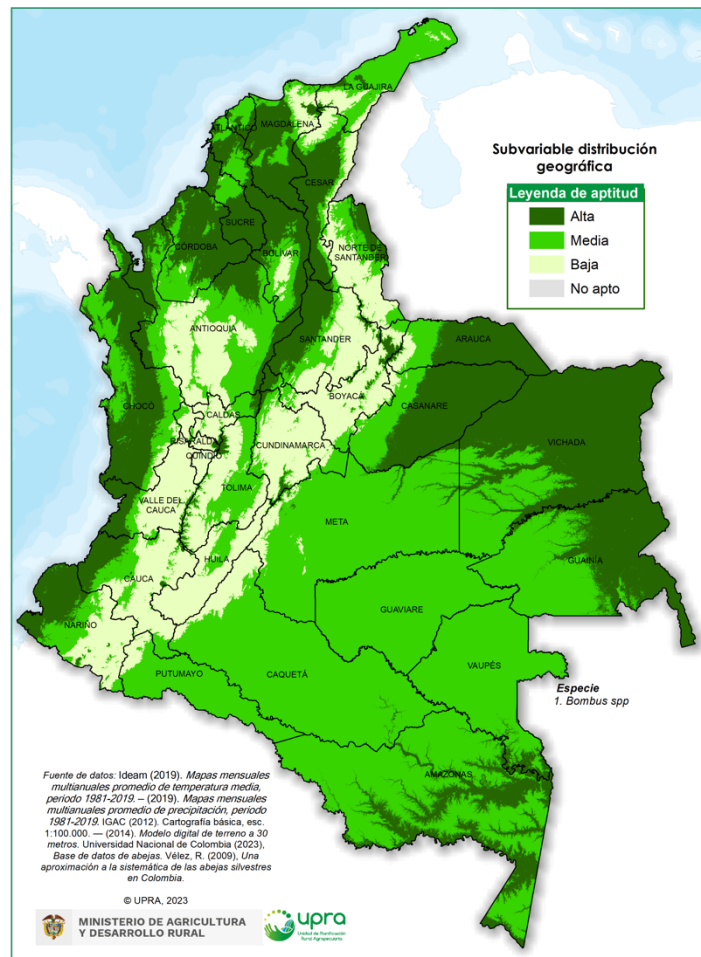
Bajo supuestos particulares sobre los datos de entrada y los esfuerzos de muestreo biológico que llevaron a los registros de presencia, la salida se puede interpretar como probabilidad de presencia predicha (transformación de obstrucción) o como abundancia local predicha (salida exponencial sin procesar) (Philips et al., 2020).

A partir del análisis de los datos obtenidos, se generaron rangos categóricos siguiendo intervalos geométricos para la definición de aptitud por la presencia de los géneros *Xylocopa* y *Bombus*, y la tribu *Meliponini*. Es importante considerar que debido a que el objetivo de la variable es identificar la potencial competencia por la superposición de distribución de estas especies con *A. mellifera*, los rangos de aptitud se califican considerando que mayor probabilidad de distribución se traduce en mayor competencia y por tanto en menor aptitud para apicultura.



Los rangos de aptitud para la distribución de *Bombus* spp. corresponden a:

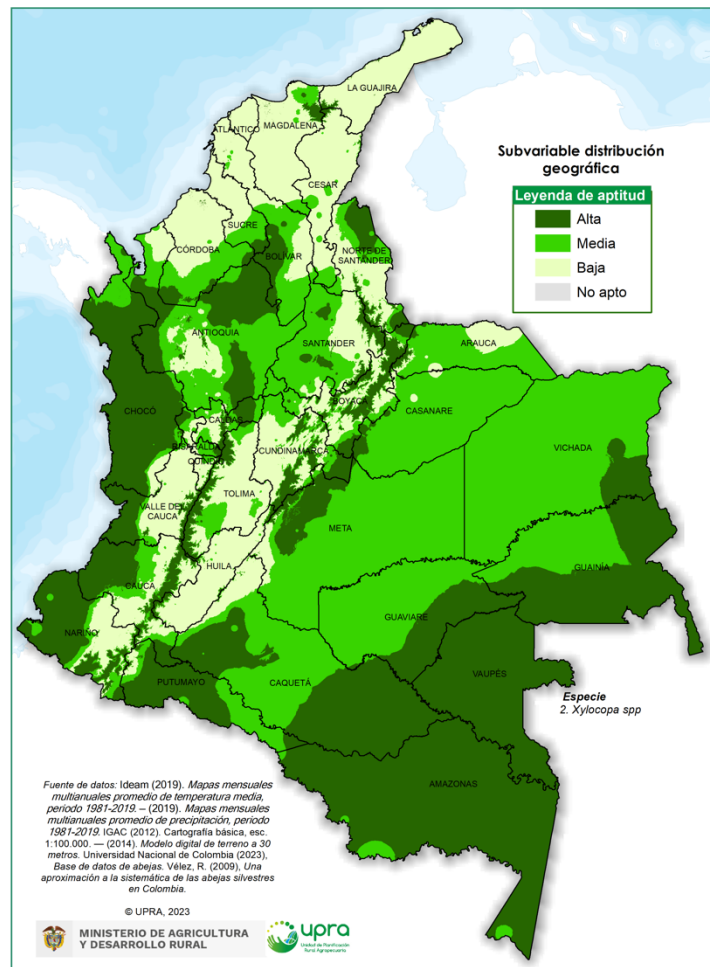
Descripción	Aptitud
Baja probabilidad de distribución <0,04346	Alta (A1)
Probabilidad de distribución media 0,04346 – 0,2267 Altitud entre 3500 y 3700 m s. n. m.	Media (A2)
Alta probabilidad de distribución >0,2267	Baja (A3)





Los rangos de aptitud para la distribución de *Xylocopa* spp. corresponden a:

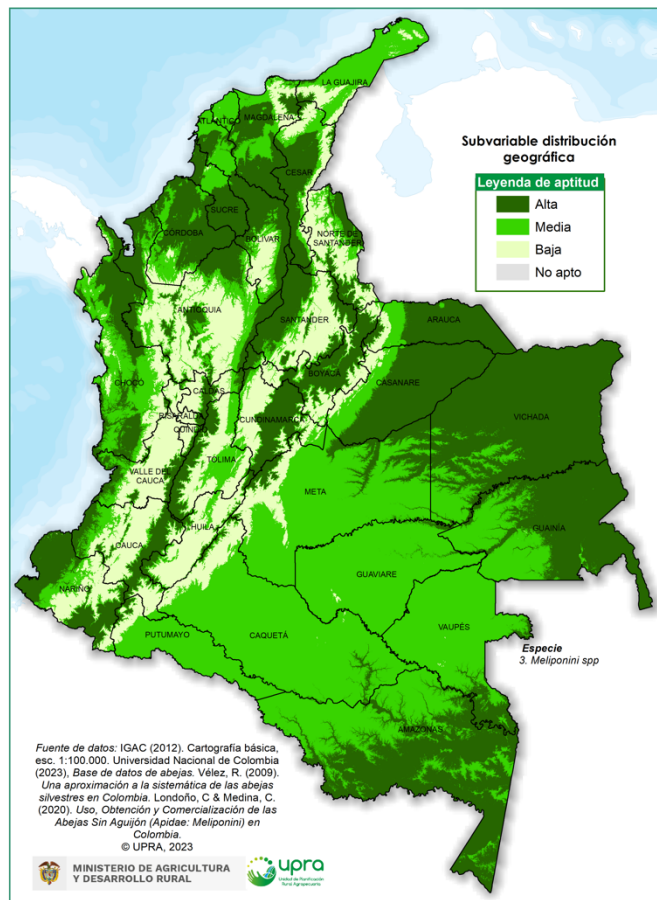
Descripción	Aptitud
Baja probabilidad de distribución <0,3523	Alta (A1)
Probabilidad de distribución media 0,3523 – 0,6467 Altitud entre 2800 y 3000 m s. n. m.	Media (A2)
Alta probabilidad de distribución >0,6467	Baja (A3)





Los rangos de aptitud para la distribución de la Tribu *Meliponini* corresponden a:

Descripción	Aptitud
Baja probabilidad de distribución <0,3038	Alta (A1)
Probabilidad de distribución media 0,3038 – 0,6362 Altitud entre 2200 y 2500 m s. n. m.	Media (A2)
Alta probabilidad de distribución >0,6362	Baja (A3)



Posteriormente, se realizó una integración de la variable a través del promedio de las distribuciones de *Bombus* sp., *Xylocopa* sp. y la tribu *Meliponini*.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos para la variable *distribución geográfica de polinizadores naturales*.

Descripción	Aptitud
Promedio de distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp., y la tribu <i>Meliponini</i> inferior a 1,3	Alta (A1)
Promedio de distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp., y la tribu <i>Meliponini</i> entre 1,3 y 2,0	Media (A2)
Promedio de distribución de <i>Bombus</i> sp., <i>Xylocopa</i> sp., y la tribu <i>Meliponini</i> superior a 2,0	Baja (A3)
-	No apta (N1)

Unidad de análisis	Unidades categóricas del promedio de distribución espacial de los géneros <i>Xylocopa</i> , <i>Bombus</i> y la tribu <i>Meliponini</i>
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

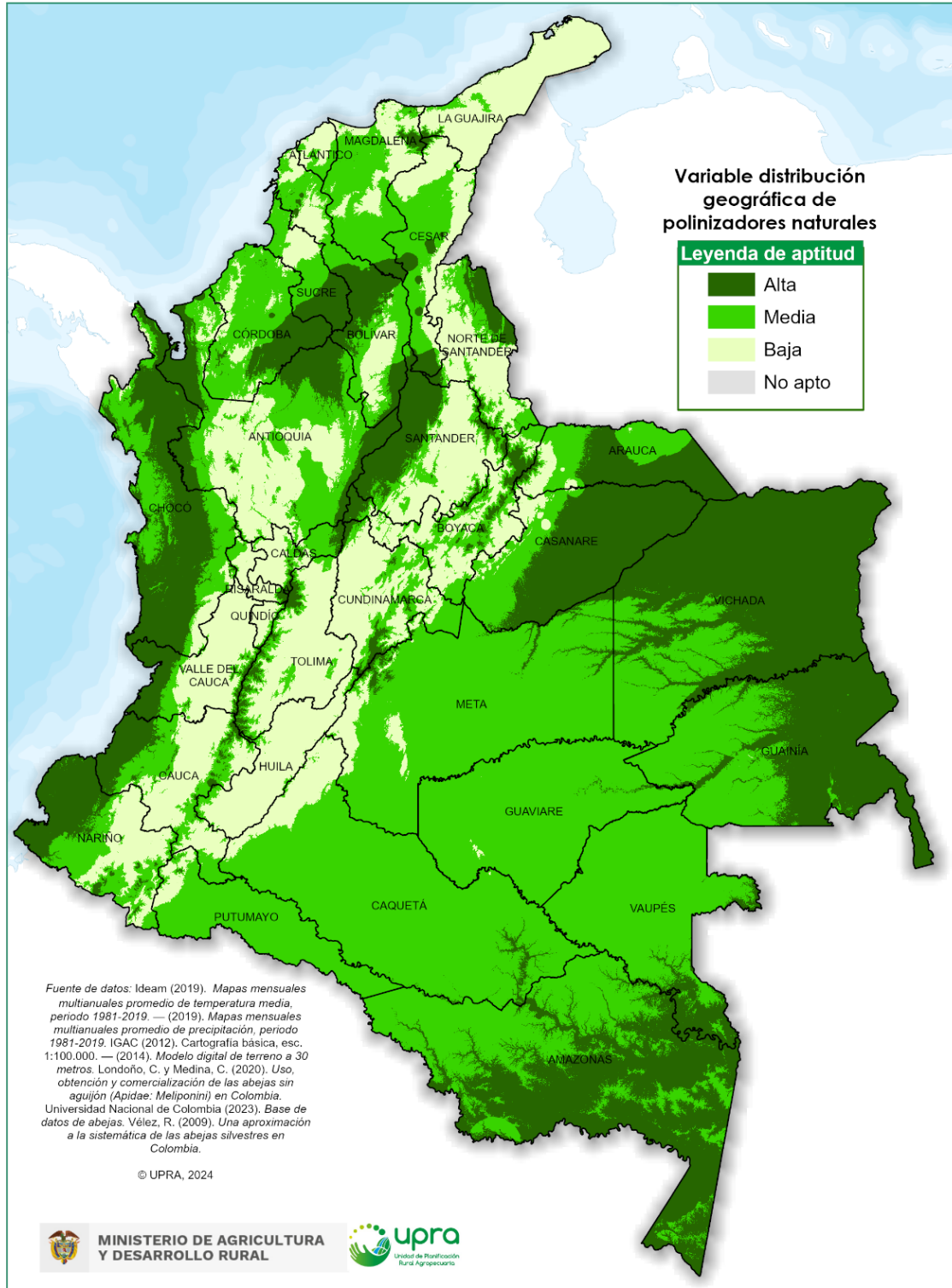
- Agüero, J., Rollin, O., Torretta, J., Aizen, M., Requier, F. y L. Garibaldi. (2018). Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales. *Ecosistemas* 27(2): 60-69 [mayo-agosto 2018] Doi.: 10.7818/ECOS.1365
- Aizen, M.A, Morales, C.L., Vázquez, D.P., Garibaldi, L.A., Sáez, A. y Harder, L.D. (2014). When mutualism goes bad: density-dependent impacts of introduced bees on plant reproduction. *New Phytologist* 204(2): 322-328.
- Dattilo, W., Pinilla, C., Luna, P., Ratoní, B., Díaz, I., Neves, F., Leponce, M., Villalobos, F. y R. Guevara. (2022). The Impact of the Honeybee *Apis mellifera* on the Organization of Pollination Networks Is Positively Related with Its Interactive Role throughout Its Geographic Range. *Diversity* 2022, 14(11), 917; <https://doi.org/10.3390/d14110917>
- Delaplane, K.S. y Mayer, D.F. (2000). *Crop Pollination by Bees*. CABI Publishing, Nueva York, Estados Unidos.
- Freitas B. y Oliveira J. (2001). *Criação racional de mamangavas: para polinização em áreas agrícolas*. Fortaleza: Banco de Nordeste. 2001. 96 p.
- González, V; M, Ospina y Bennt, D. (2005). *Abejas altoandinas de Colombia: Guía de campo*. Instituto de Investigación de Recursos biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá



- Keasar, T. (2010). Large carpenter bees as agricultural pollinators. *Psyche*, 2010, Article ID 927463, 7 pages, 2010. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1155/2010/927463>
- Liévano, A; G, Nates y R, Ospina. (1991). Distribución altitudinal del género *Bombus* en Colombia [Hymenoptera: Apidae]. Trianea. Acta Científica y Tecnológica INDERENA. Bogotá. No.04 [noviembre 1991]; p. 541-550
- Martins, D.J. (2004). Foraging patterns of managed honeybees and wild bee species in an arid African environment: ecology, biodiversity and competition. *International Journal of Tropical Insect Science* 24(01): 105- 115.
- Nates, G. (2016). Las colecciones entomológicas y las iniciativas de polinizadores. En. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores. Capítulo Abejas*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología
- Nates-Parra, G. y J. Rosso-Londoño. (2016). Abejas sin agujón (Tribu Meliponini). Capítulo 7. En: Nates-Parra Guiomar. (ed.). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - ICPA*. Bogotá, D. C. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.
- Pinilla-Gallego, M., Ospina-Torres, R. y J. Cure. (2016). *Bombus*: los abejorros de Páramo. Capítulo 8. En: Nates-Parra Guiomar. (ed.). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - icpa*. Bogotá, D. C. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.
- Rosso-Londoño JM. (2013). Insetos, meliponicultura e diversidade biocultural (tese de doutorado). Ribeirão Preto: Faculdade de Filosofia, Ciências y Letras, Universidade de São Paulo; 2013. 168 p.
- Rodríguez-Calderón, A. (2016). Abejas del maracuyá: género *Xylocopa* LATREILLE, 1802. Capítulo 11. En: Nates-Parra Guiomar. (ed.). *Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - icpa*. Bogotá, D. C. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.
- Smith-Pardo AH. (2003). A preliminary account of the bees of Colombia (Hymenoptera: Apoidea): Present knowledge and future directions. *J Kansas Entomol Soc.* 2003; 76(2): 335-341.
- Thomson, D.M. (2004). Competitive interactions between the invasive European honeybee and native bumble bees. *Ecology* 85(2): 458–470.
- Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S. y Bosch, J. (2016). Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and Applied Ecology* 17(3): 199-209.
- Vélez-Ruiz, R. (2009). Una aproximación a la sistemática de las abejas silvestres de Colombia. Tesis Magíster en Ciencias – Entomología. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL





2.5.2. Variable plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con *Apis mellifera*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: competencia con polinizadores naturales		
VARIABLE: plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con <i>Apis mellifera</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Polígonos de ecosistemas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Permite identificar la oferta floral, tanto nativa como cultivada, que se emplea como recurso alimenticio para varios tipos de abejas, incluida la especie <i>Apis mellifera</i>, por lo que podrían reconocerse como recursos sobre los cuales se genera una competencia</p> <p>Es una especie abundante a nivel local por lo que a menudo domina los recursos alimenticios (Dattilo et al., 2022). Además, esta especie tiene una alta capacidad competitiva debido a su organización social (Torné-Noguera et al. 2016), que le permite una óptima comunicación entre los miembros de la colmena favoreciendo la utilización de parches de vegetación aislados o distantes (Beekman y Ratnieks 2000).</p> <p>Se han registrado desplazamientos de abejas silvestres por <i>A. mellifera</i>, especialmente cuando existe alta superposición en el uso de recursos (Martins, 2004). De acuerdo con Thomson (2004) el principal mecanismo mediante el cual <i>A. mellifera</i> puede provocar un impacto sobre otras abejas se relaciona con la competencia por recursos alimenticios. Puesto que el alto consumo de néctar y polen que tienen las colmenas de esta especie podrían reducir la disponibilidad de estos recursos para otras especies de abejas (Agüero et al., 2018), por tanto, los impactos de esta competencia dependen de la abundancia de <i>A. mellifera</i> y la oferta de recursos (Thomson, 2016).</p> <p>El paisaje es un factor importante en la oferta y disponibilidad de recursos alimenticios, como lo reporta Herbertsson et al. (2016), en ambientes agrícolas homogéneos se presentan efectos negativos sobre la densidad total de abejas silvestres debido a la competencia que se presenta en las temporadas de floración. Eso significa que la</p>		



heterogeneidad del paisaje permite aliviar la competencia entre la abeja melífera y los abejorros debido a una mayor oferta de recursos florales (Agüero et al., 2018).

La variable permite identificar la oferta floral, tanto nativa como cultivada, que es utilizada como recurso alimenticio por diferentes tipos de abejas, incluidas *A. mellifera*, y por tanto podrían reconocerse como recursos sobre los cuales se genera competencia.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite la identificación de zonas donde podría generarse una competencia por recursos alimenticios, debido a que se reconoce el uso de los mismos recursos florales por diferentes especies de abejas, incluidas *A. mellifera*.

Este tipo de competencia es el principal mecanismo de afectación a especies nativas de abejas (Thomson 2004), por tanto, reconocer los ecosistemas en donde se presenta este tipo de solapamiento por recursos, permite diferenciar áreas en donde se deben manejar densidades menores de *A. mellifera* para mitigar este impacto.

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

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable. Se identificaron las especies de plantas considerando principalmente los estudios de USDA (2017), Velandia et al. (2012) y Giraldo et al. (2011), los cuales no se encuentran actualizados, pero corresponden a los estudios con mayor identificación de flora con potencial apícola. De otro lado, es posible que existan más plantas que no están contempladas aquí por ausencia de estudios de mayor cobertura a nivel nacional.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se compone de dos subvariables asociadas a la flora natural y cultivada. Tomando de base los estudios de USDA (2017), Velandia et al. (2012), Giraldo et al. (2011) y Nates-Parra (2016), se elaboró el listado de las especies de plantas que son recursos alimenticios para diferentes especies de abejas, incluyendo *A. mellifera*.

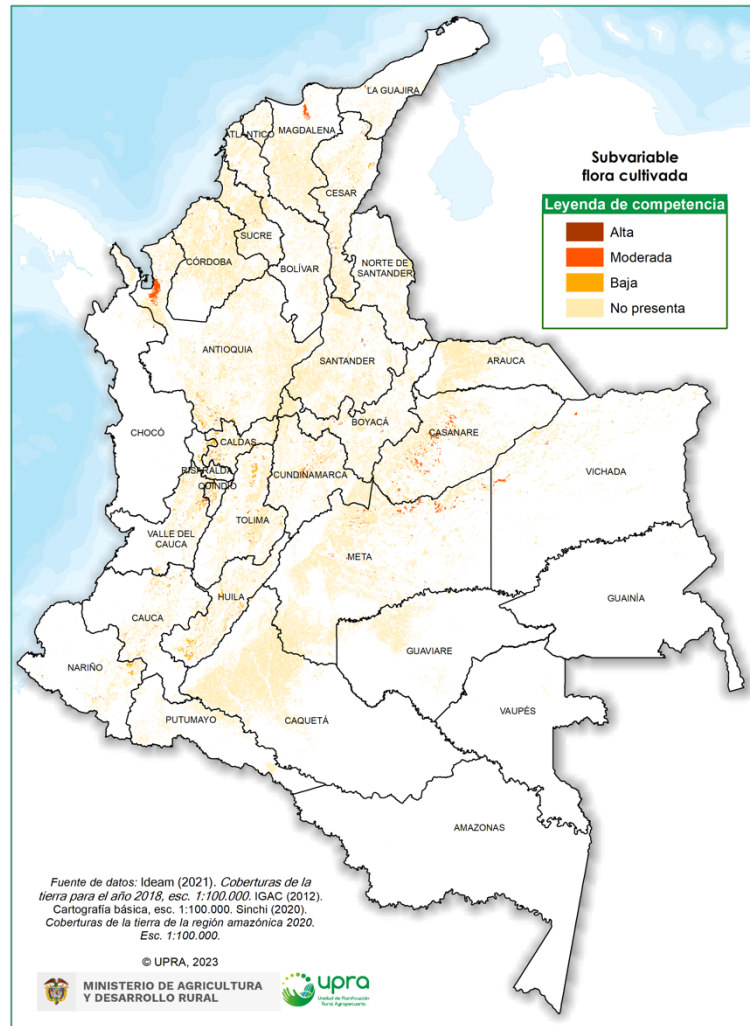


Una vez obtenido el listado, se realizó una división entre plantas cultivadas y plantas nativas, y se diferenció para cada planta la especie o genero de abeja que la visita. Para la flora cultivada se realizó una homologación con el mapa de coberturas Corine Land Cover, considerando el tipo de cultivo. Se construyó una categoría de competencia de acuerdo con la abundancia de especies nativas que utilizan el recurso, siendo *baja* cuando solo se presentaba una especie, *moderada* dos especies y *alta* superior a dos especies. Posteriormente, se realizó un resumen de la frecuencia de estas categorías de competencia para cada categoría de cobertura y se dio una única calificación a la cobertura como se observa a continuación:

Código CCL	Alta	Baja	Moderada	No presenta	Total ,general	Aptitud competencia
211	7	4	18	8	37	Alta
212	1		1	4	6	Moderada
213	3		5		8	Alta
214	9	4	24	4	41	Alta
215			4	2	6	Moderada
225	1		2	1	4	Moderada
231	1			2	3	No presenta
2121				1	1	No presenta
2122			1		1	Moderada
2123				2	2	No presenta
2124				1	1	No presenta
2131	1	2		1	4	Baja
2134			1		1	Moderada
2135	1				1	Alta
2136	3		1		4	Alta
2141			4		4	Moderada
2143		1			1	Baja
2151			1		1	Moderada
2152				1	1	No presenta
2211	2		1	1	4	Alta
2212				1	1	No presenta
2213	1			1	2	Moderada
2214			1		1	Moderada
2221	5			3	8	Alta
2222		1			1	Baja
2224				1	1	No presenta
2231	8		7	5	20	Alta
2233	1	1	4		6	Alta



Posteriormente, se espacializó haciendo uso de la capa de coberturas Corine Land Cover Ideam (2021).

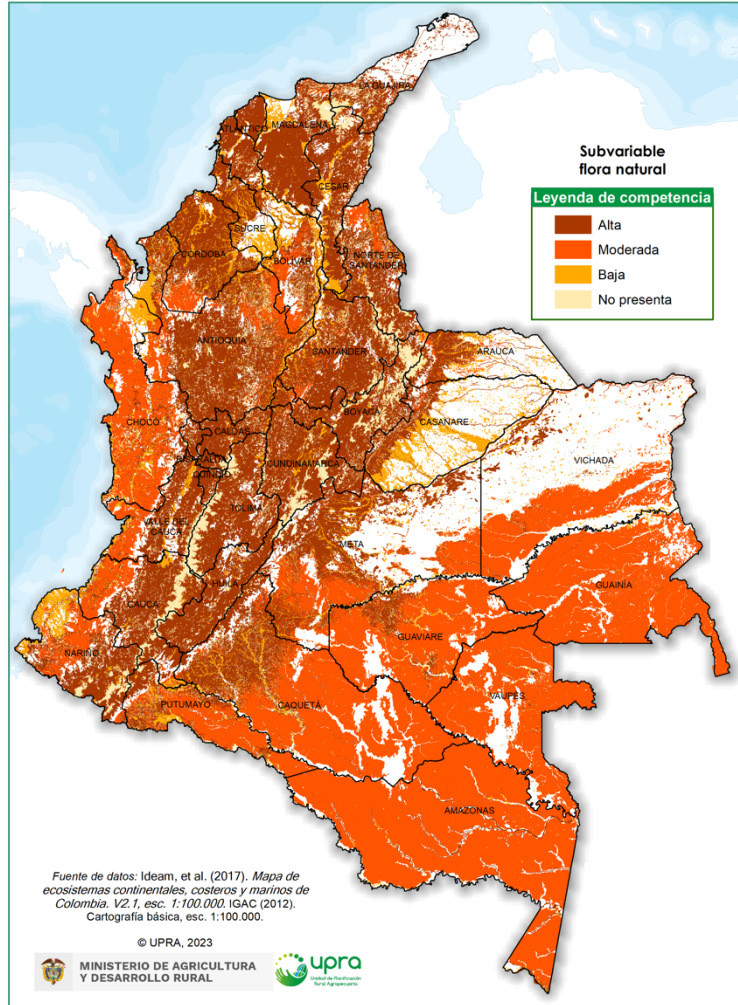


Para la subvariable *flora natural*, se tomó el listado de especies nativas y se realizó la búsqueda en la base de datos del Herbario Nacional Colombiano, para obtener las coordenadas de localización de cada especie. Recordando que para cada especie de planta se identificó la especie de abeja que la visita, y se elaboró una tabla resumen del total de especies de abejas por planta.

Posteriormente, se realizó una calificación por competencia considerando baja competencia cuando se presente una especie de abeja, competencia moderada 2 especies y alta competencia más de dos especies.



Se realizó un cruce entre los puntos de localización de cada especie de flora natural con la capa de ecosistemas Ideam (2017) y se asignó a cada polígono el calificativo de competencia mayor.



La variable *plantas con competencia interespecífica de abejas nativas con Apis mellifera* se obtuvo mediante la unión por el máximo de las subvariables *flora natural* y *flora cultivada*, es decir, manteniendo el calificativo más alto de competencia.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establecieron los siguientes rangos para la variable

Descripción	Categorías de aptitud
Zonas en las cuales se puede presentar baja competencia por recursos alimenticios provenientes de flora natural y cultivada	Alta (A1)
Zonas en las cuales se puede presentar condiciones moderadas de competencia por recursos alimenticios provenientes de flora natural y cultivada	Media (A2)
Zonas en las cuales se puede presentar alta competencia por recursos alimenticios provenientes de flora natural y cultivada	Baja (A3)
-	No apto (N1)

Unidad de análisis

Polígonos de cobertura y ecosistemas

FUENTES DE INFORMACIÓN

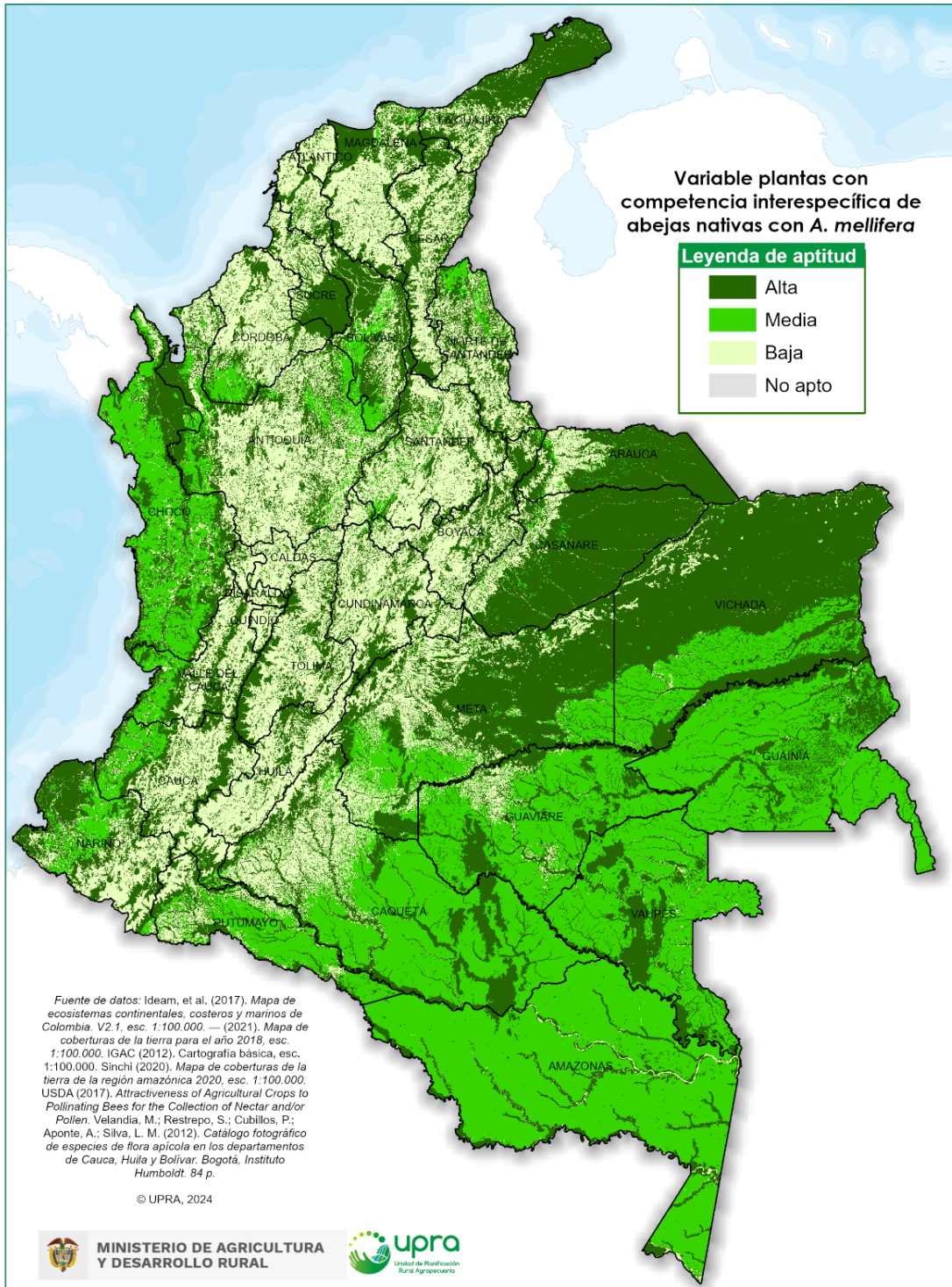
- Agüero, J., Rollin, O., Torretta, J., Aizen, M., Requier, F. y L. Garibaldi. (2018). Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales. *Ecosistemas* 27(2): 60-69 [Mayo-Agosto 2018] Doi.: 10.7818/ECOS.1365
- Beekman, M. y Ratnieks, F.L.W. (2000). Long-range foraging by the honeybee, *Apis mellifera* L. *Functional Ecology* 14(4): 490-496.
- Dattilo, W., Pinilla, C., Luna, P., Rationi, B., Díaz, I., Neves, F., Leponce, M., Villalobos, F. y R. Guevara. (2022). The Impact of the Honeybee *Apis mellifera* on the Organization of Pollination Networks Is Positively Related with Its Interactive Role throughout Its Geographic Range. *Diversity* 2022, 14(11), 917; <https://doi.org/10.3390/d14110917>
- Giraldo, C., Rodríguez, A., Chamorro, F., Obregón, D., Montoya, P., Ramírez, N., Solarte, V. y G. Nates-Parra. (2011). Guía ilustrada de polen y plantas nativas visitadas por abejas. Cundinamarca, Boyacá, Santander, Sucre, Atlántico y Sierra Nevada de Santa Marta. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Laboratorio de Investigaciones en Abejas-LABUN.



- Herbertsson, L., Lindström, S.A., Rundlöf, M., Bommarco, R. y Smith, H.G. (2016). Competition between managed honeybees and wild bumblebees depends on landscape context. *Basic and Applied Ecology* 17: 609– 616.
- Ideam. (2021). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2017-2018, escala 1:100.000.
- Martins, D.J. (2004). Foraging patterns of managed honeybees and wild bee species in an arid African environment: ecology, biodiversity and competition. *International Journal of Tropical Insect Science* 24(01): 105- 115.
- Nates-Parra, G. (2016). Las colecciones entomológicas y las iniciativas de polinizadores. En. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores. Capítulo Abejas*. Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología
- Thomson, D.M. (2016). Local bumble bee decline linked to recovery of honey bees, drought effects on floral resources. *Ecology Letters* 19(10): 1247- 1255.
- Thomson, D.M. (2004). Competitive interactions between the invasive European honeybee and native bumble bees. *Ecology* 85(2): 458–470.
- Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S. y Bosch, J. (2016). Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and Applied Ecology* 17(3): 199-209
- United States Department of Agriculture USDA. (2017). *Attractiveness of Agricultural Crops to Pollinating Bees for the Collection of Nectar and/or Pollen*.
- Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M. C. y Jordano, P. (2014). Impacto de la introducción de la abeja doméstica (*Apis mellifera*, Apidae) en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias). *Ecosistemas* 23(3): 58-66.
- Velandia, M., Restrepo, S., Cubillos, P., Aponte, A. y Silva, L. M. (2012). *Catálogo fotográfico de especies de flora apícola en los departamentos de Cauca, Huila y Bolívar*. Bogotá, Instituto Humboldt. 84 p.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1. Criterio infraestructura productiva

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura productiva</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Existencia de apiarios</i>, expresada en predios. <i>Plantas de procesamiento</i>, expresadas en tiempos de desplazamiento en horas.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Conjunto de bienes y recursos, ubicados en una región, que se articulan para aumentar la productividad y la competitividad de los emprendimientos productivos a fin de mejorar las condiciones de los habitantes de la zona. La apicultura comercial se entiende como la facilidad para producir, transformar y comercializar productos apícolas.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos respecto la infraestructura específica del sistema productivo, como la ubicación de apiarios, el acceso apropiado para trasladar los insumos, sacar los productos y ver el acceso a las plantas de transformación de las materias primas apícolas, impulsando la productividad y rendimiento de los apiarios.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>No se cuenta con información reciente del número de apiarios por municipio, ni de la capacidad de transformación de las plantas de procesamiento, ni de los subproductos generados.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (<i>Analytic Hierarchy Process</i>), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de dos variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (<i>Priority Estimation</i></p>		



Tool), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Existencia de apiarios	Plantas de procesamiento	Ponderación de la variable (%)
Infraestructura productiva	Existencia de apiarios	1		75,0
	Plantas de procesamiento	1/3	1	25,0

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene en cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud		
			Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura productiva	Existencia de apiario	Predio	Con apiario	El colindante al predio con apiarios	Resto
	Plantas de procesamiento	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 - 2	> 2

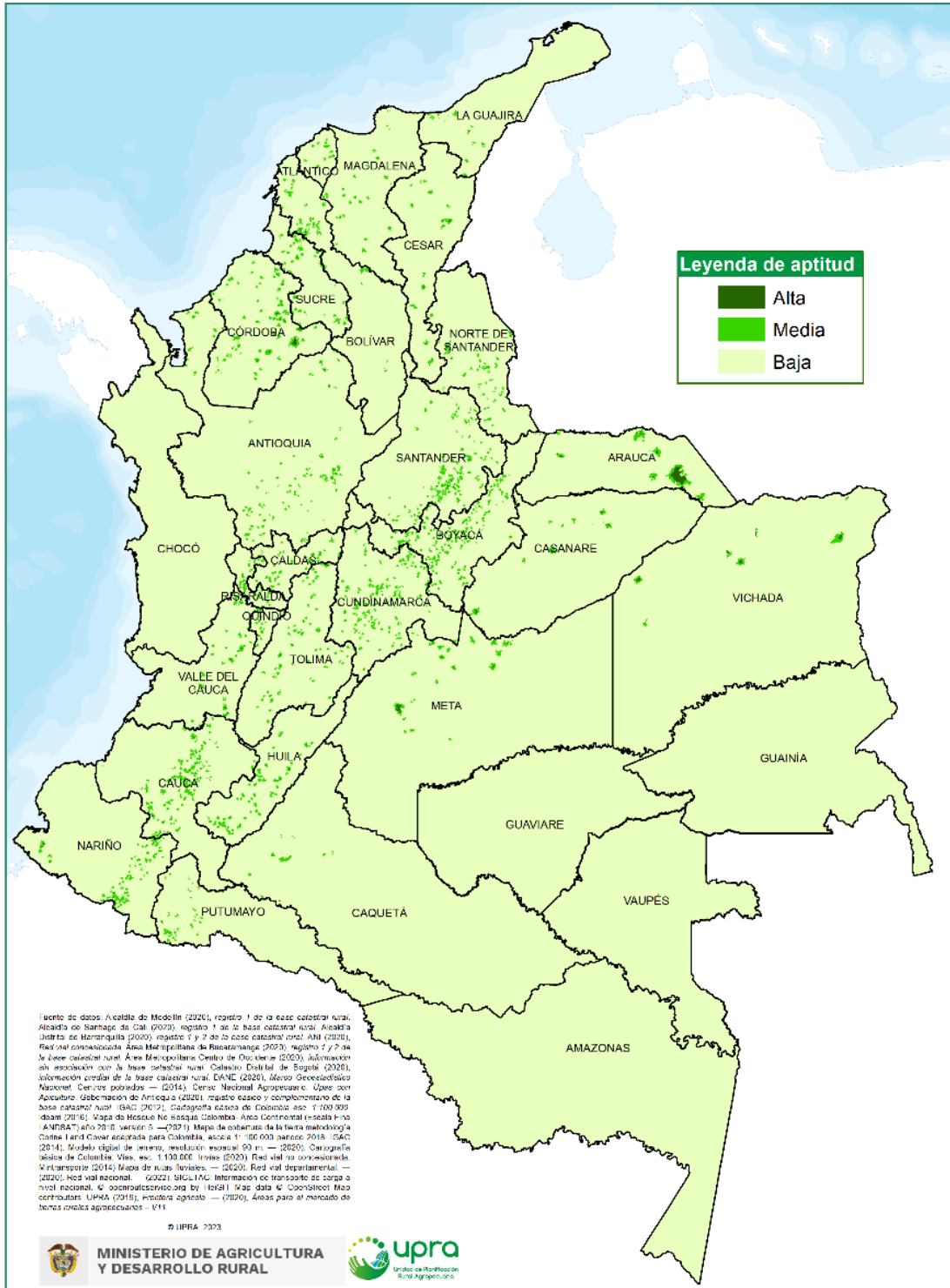


FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020). *Base catastral rural, Registros 1 y 2.*
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Agencia Nacional de Infraestructura (2020). *Red vial concesionada.* Bogotá: ANI.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural. Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial de la base catastral rural.*
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014), *Censo nacional agropecuario, Upas con apicultura.* Bogotá: DANE.
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional: centros poblados.* Bogotá: DANE.
- Gobernación de Antioquia. (2020). *Registro básico y complementario de la base catastral rural.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). *Método digital de terreno, resolución 90 m.* Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia: vías, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Instituto Nacional de Vías (2020). *Red vial no concesionada.* Bogotá: Invías.
- MinTransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental.* Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional.* Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2022). SICETAC. Información de transporte de carga a nivel nacional. © *openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors.* Bogotá: Mintransporte.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.1.1. Variable existencia de apiarios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: socioeconómico	SUBCOMPONENTE: económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura productiva</i>		
VARIABLE: <i>existencia de apiarios</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Corresponde a predios georreferenciados con apiarios y el respectivo colindante, el cual es un predio con propiedad privada, sin exclusiones para el mercado de tierras y cuyo destino económico está relacionado con la actividad pecuaria.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Conocer la ubicación de los enclaves o <i>clusters</i> apícolas y su facilidad para conseguir los insumos y vender sus productos.		
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 existen registros de apiarios georreferenciadas en las entidades de índole nacional relacionadas con la actividad productiva, lo que dificulta tener una identificación predial más completa.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Precisiones de la información Predios georreferenciados y su colindante excluyendo de estos últimos los que cumplan con las siguientes características:</p> <p>a.) Predios cuyo tipo de propietario sea "propiedad colectiva"</p> <p>b.) Predios cuyo tipo de propietario sea "Sin Información y que estén excluidos de la cancha de MT"</p> <p>c.) Predios cuyo tipo de propietario sea "Estado y que estén excluidos de la cancha de MT".</p>		



- d.) Predios cuyo tipo de propietario sea "Estado"
- e.) Predios cuyo tipo de propietario sea "null" y que estén excluidos de la cancha de MT.
- f.) Predios cuyo tipo de propietario y categoría de propietario sea "null".
- g.) Predios sin información y que estén excluidos de la cancha de MT.
- h.) Cuando el predio exceda las 10.000 hectáreas (solo para los colindantes_A2).
- i.) Predios colindantes que este en un municipio diferente al municipio del predio con colmenas clasificado en A1.
- j.) Predios marcados como baldíos.
- k.) Predio que estén fuera de frontera agrícola.

1. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se tomó como base la información de las UPAS del censo nacional agropecuario 2014, ubicando cada uno de los centroides allí reportados en las bases catastrales rurales, realizando el supuesto de que las coordenadas del centroide le corresponden al predio con el que cruza. Una vez identificados los predios donde se ubican los apiarios, se procedió a marcarlos en aptitud alta (A1) y se tomó como parte de la representación cartográfica de esta ubicación el colindante, marcando este últimos en aptitud media (A2).

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).

Predio	Aptitud
El predio con apiario	Alta (A1)
El colindante al predio con apiario	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

Unidad de análisis

Predios

FUENTES DE INFORMACIÓN

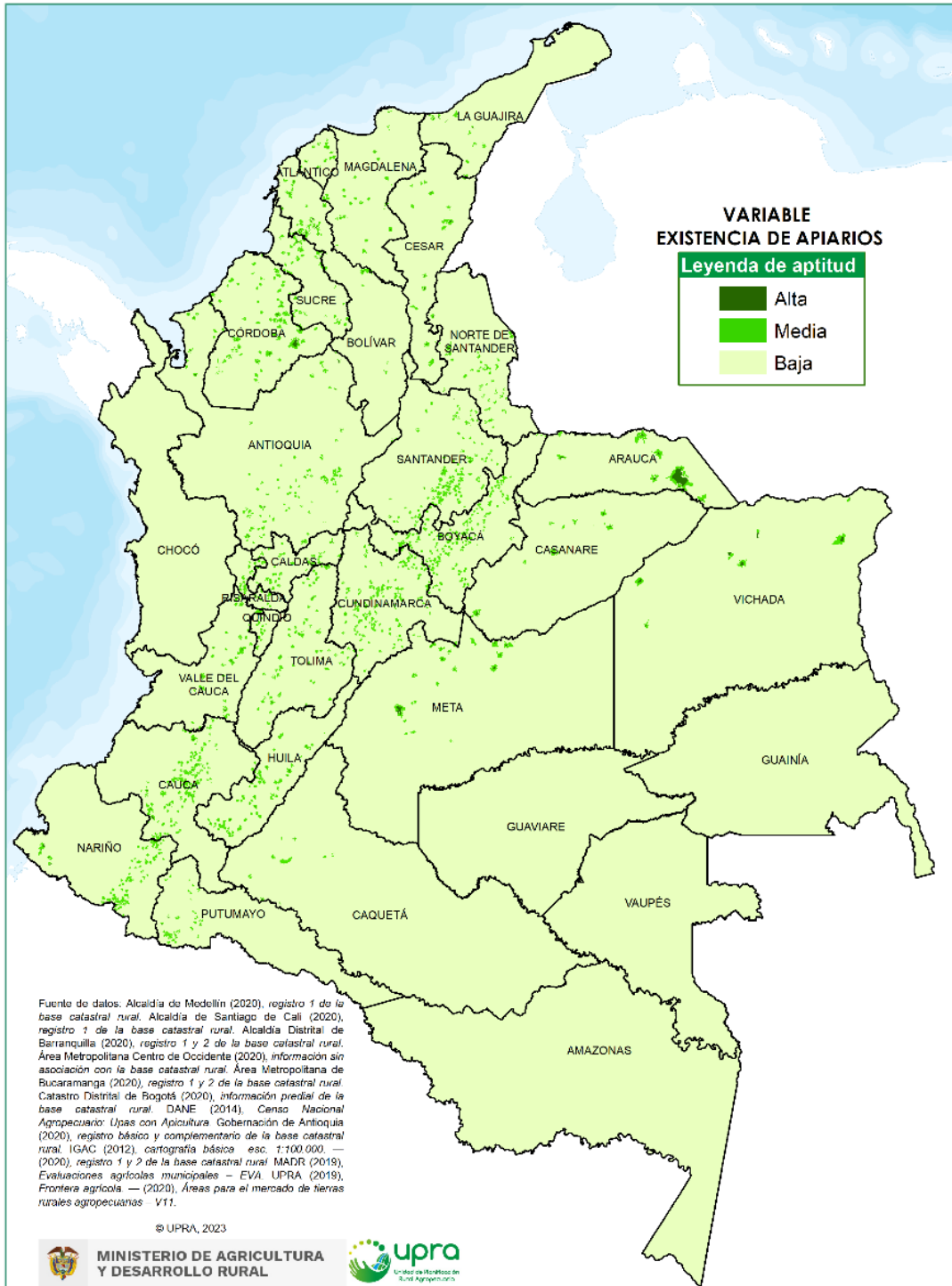
- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020). *Base catastral rural, Registros 1 y 2.*
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Agencia Nacional de Infraestructura (2020). *Red vial concesionada.* Bogotá: ANI.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural. Registro 1 y 2 de la base catastral rural.



- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial de la base catastral rural*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2014). *Censo nacional agropecuario, Upas con apicultura*
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional: centros poblados*. Bogotá: DANE.
- Gobernación de Antioquia. (2020). *Registro básico y complementario de la base catastral rural*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*. Bogotá: IGAC.
- MinAgricultura. (2019). *Evaluaciones agrícolas municipales – EVA*. Bogotá: MinAgricultura.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.1.2. Variable plantas de procesamiento

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura productiva</i>		
VARIABLE: <i>plantas de procesamiento</i>	UNIDAD DE MEDIDA: tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Unidades físicas en las que se desarrollan procesos de envasado y fabricación de nuevos productos, como dulces, barras energéticas o salsas, a partir de materias primas apícolas con el fin de generar valor agregado a los productos derivados de la producción de miel natural.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a los procesos de envasado y fabricación de subproductos derivados de la apicultura.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
De acuerdo con el análisis de la variable, ésta no presentó límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
No se cuenta con información de capacidad del producto a transformar ni de la cantidad de materia prima utilizada, ni la ubicación georreferenciada de las plantas de procesamiento.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información. Informa Colombia (2022). plantas transformadoras apícolas.</p> <p>2. Precisiones de la información. La metodología de isocronas empleadas por la UPRa es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90</p>		



metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del Ministerio de transporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isocronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales puedo llegar desde las plantas de procesamiento.

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
<1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
>2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

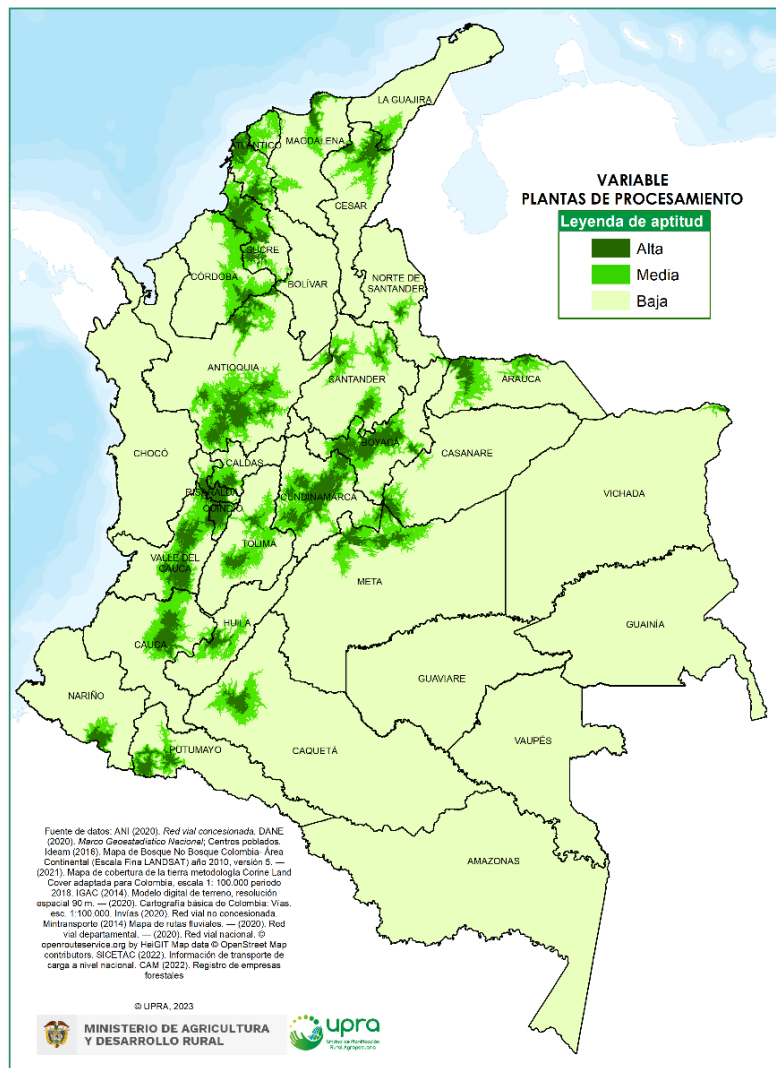
FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2020). *Marco geoestadístico nacional: centros poblados*. Bogotá: DANE.
- Informa Colombia (2022), plantas transformadoras apícolas. Recuperada de: https://www.informacion-empresas.co/Listado_empresas_abejas.html



- IGAC. (2014). *Método digital de terreno, resolución 90 m*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia: vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Instituto Nacional de Vías (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: (Invías).
- MinTransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional* © openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2022). SICETAC. Información de transporte de carga a nivel nacional. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.2. Criterio *disponibilidad de mano de obra*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>disponibilidad de mano de obra</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)</i>, expresada como el número de habitantes rurales en edad de trabajar por kilómetro cuadrado. - <i>Tradición apícola</i>, expresada en predios con colmenas. - <i>Oferta educativa universitaria</i>, expresada en tiempo de desplazamiento en horas. - <i>Oferta educativa técnica y tecnológica</i>, expresada en tiempo de desplazamiento en horas. - <i>Oferta educativa no formal</i>, expresada en tiempo de desplazamiento en horas. 		
DEFINICIÓN		
<p>Identifica la disponibilidad de mano de obra en los municipios con base en la densidad poblacional en edad de trabajar (PET) y en los requerimientos de mano de obra para la producción apícola. Evalúa las posibilidades de capacitación y cualificación en el territorio de acuerdo con la oferta de programas de formación académica que satisfacen las necesidades de capacitación para los apicultores.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Brinda información sobre la suficiente disponibilidad de mano de obra rural de un municipio para atender la demanda de mano de obra requerida en la actividad apícola. Tiene en cuenta el número de habitantes en edad de trabajar, y las capacidades institucionales para dotar de habilidades y conocimientos a los trabajadores (oferta de programas de formación académica en la zona). Estos elementos hacen posible que las unidades productivas apícolas incrementen su conocimiento, productividad y la competitividad, al implementar de mejor manera procesos técnicos sin estar limitados por la insuficiencia de personal capacitado.</p> <p>Adicionalmente, permite a los agentes económicos prever y dimensionar la cantidad de capital humano en un municipio, y sus posibilidades de especialización, factores que determinan la competitividad de la producción en los territorios.</p>		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La información disponible para determinar la densidad de la población rural en edad de trabajar corresponde a las proyecciones de población para el año 2022 realizadas por el DANE, ajustadas luego del COVID-19, por distribución etarea (entre 15 y 62 años) y ubicación entre áreas urbanas o rurales de los municipios. Los resultados obedecen a la población proyectada para el año 2022, dejando de lado la dinámica que se reflejará en años posteriores como consecuencia de la eventual mayor proporción de población en los rangos etareos más altos (50 años en adelante, por ejemplo), lo que limita la capacidad de análisis del municipio en cuanto a oferta de mano de obra en el mediano y largo plazo.

Adicionalmente, la base del Sistema nacional de información de la educación superior (SNIES) proporciona datos sobre la ubicación geográfica de los programas académicos (universitarios) y de las sedes donde tienen autorizado impartir dicha formación, quedando así al margen la oferta de cursos no formales que ofrecen otras entidades o gremios y asociaciones, que complementan la educación formal.

En el caso puntual de la producción apícola, la oferta educativa no formal es la que ofrece mayor especialización para la formación de potenciales apicultores, de tal manera que fue necesario conformar una base de datos con los cursos de educación no formal que ofrece el SENA, para complementar la información disponible en la base SNIES, que aporta capacitación general en las labores agropecuarias.

Así mismo, en esta variable, no se tiene en cuenta el eventual uso de las nuevas metodologías de la información y la comunicación que posibilitan que 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 cinco variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularán las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:



Criterio	Variables	Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)	Tradicón apícola	Oferta educativa universitaria	Oferta educativa técnica y tecnológica	Oferta no formal	Peso ponderado (%)
Disponibilidad mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)	1					44,3
	Tradicón apícola	1/3	1				25,8
	Oferta educativa universitaria	1/3	1/3	1			16,6
	Oferta educativa técnica y tecnológica	1/5	1/3	1/3	1		8,7
	Oferta no formal	1/5	1/5	1/5	1/3	1	4,6

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)	Número de habitantes rurales en edad de trabajar por km ²	≥ 9,7	7,8-9,7	< 7,8
Tradición apícola	Predio con colmenas	>10.000	3.000 – 10.000	< 3.000
Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 - 2	> 2
Oferta educativa técnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento en horas	-	-	> 2
Oferta educativa no formal	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 - 2	> 2

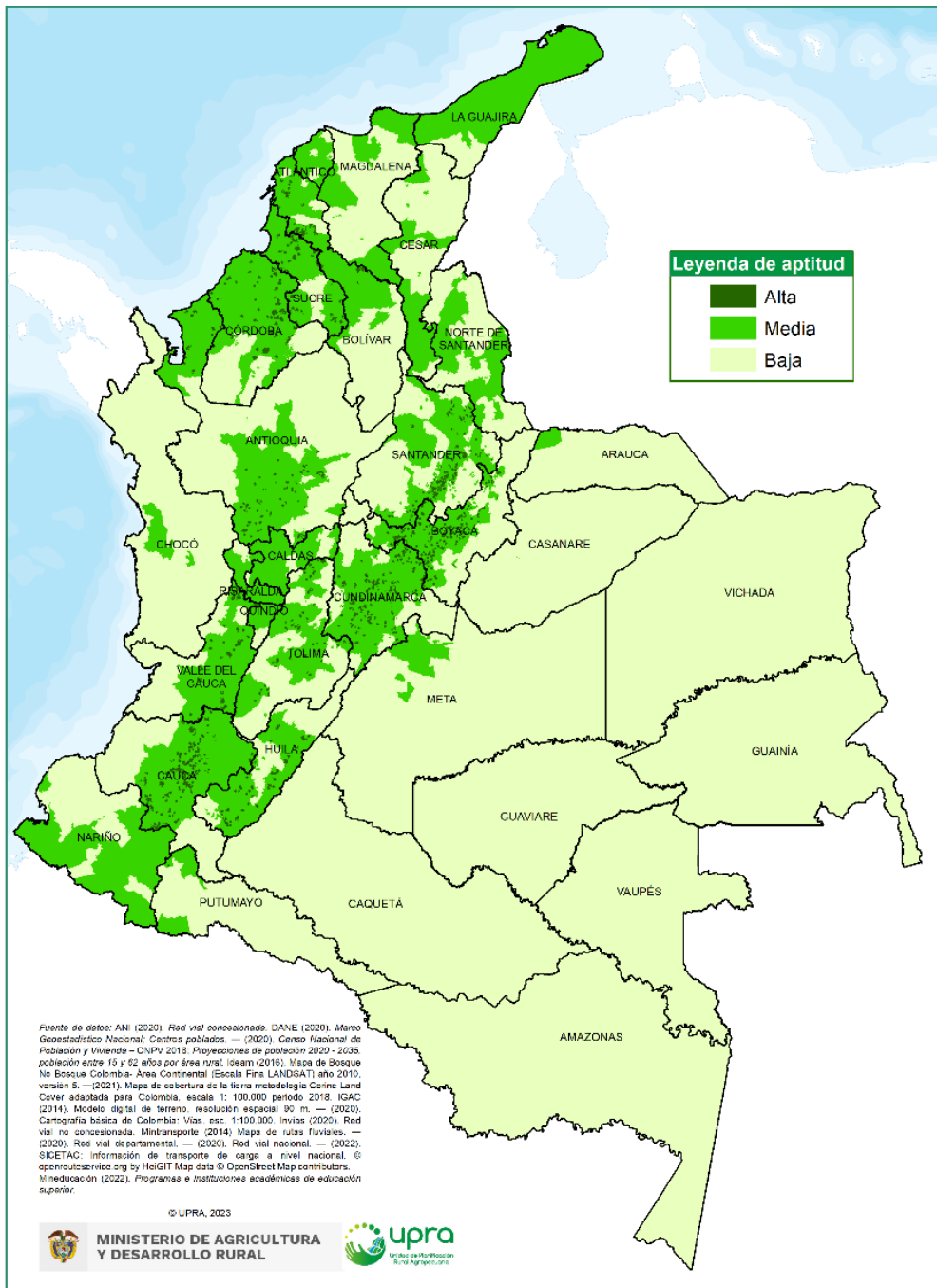
FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2023). Actualización post covid-19. Proyecciones de población municipal por área, sexo y edad para el periodo 2020 – 2035, población entre 15 y 62 años por área rural (centros poblados y rural disperso). Bogotá; Colombia: DANE
- DNP. (2023). Sistema de estadísticas territoriales (Terridata). Recuperado de: <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá: DNP
- DNP. (2022). Portal Terridata. *Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá: DNP.
- IGAC. (2014). Método digital de terreno resolución 90 m. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). Cartografía básica de Colombia: vías, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Instituto Nacional de Vías (2020). Red vial no concesionada. Bogotá: Invías.
- MinEducación. (2022). Programas e instituciones académicas de educación superior. Bogotá: Mineducación.
- MinTransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). Red vial departamental. Bogotá: Mintransporte.



- MinTransporte. (2020). Red vial nacional. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2022). SICETAC. Información de transporte de carga a nivel nacional © *openrouteservice.org* by *HeiGIT Map data* © *OpenStreet Map contributors*. Bogotá: Mintransporte,
- SENA. (2023). Cursos apicultura y Campesina. Bogotá: SENA

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.2.1. Variable *densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>disponibilidad de mano de obra</i>		
VARIABLE: <i>densidad de la población rural en edad de trabajar (PET)</i>	UNIDAD DE MEDIDA: número de habitantes rurales en edad de trabajar/km ²	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Número de personas de las zonas rurales de los municipios en edad de trabajar por kilómetro cuadrado, en función de las necesidades de mano de obra para el manejo de apiarios para la producción de miel o de polen. Dada la disponibilidad de la información de población municipal por edad, se define el rango etario 15-62 como la población en edad de trabajar según las series de población proyectadas por el DANE para el año 2022.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Se establece una relación directa entre el número de personas en edad de trabajar/km² en la zona rural y la oferta potencial de mano de obra en el territorio, que se traduce en la aptitud productiva del municipio para desarrollar la producción apícola; de acuerdo con la mano de obra que esta actividad pecuaria requiere.</p> <p>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.</p> <p>Por el contrario, aquellos municipios que tienen bajos niveles de población rural en edad de trabajar y que tienen áreas relativamente grandes, tendrán bajos valores de esta variable, lo que reducirá la posibilidad de que los agentes económicos encuentren la mano de obra necesaria para sus iniciativas productivas. Lo anterior permite que los productores e inversionistas, así como los hacedores de política, identifiquen las mejores opciones en la oferta laboral, según el nivel de intensidad en el uso de este factor productivo por parte de la apicultura.</p>		



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
<p>La población rural en edad de trabajar calculada puede diferir de la real en el sentido que, dada la disponibilidad de información, no existe forma técnica de considerar la población dedicada de tiempo completo a su educación o al trabajo del hogar, o que presentan condiciones especiales de discapacidad que limiten su capacidad productiva.</p> <p>Aunque la definición de población en edad de trabajar para las áreas rurales se define por convención estadística a partir de los 10 años, se decide establecer el rango etario desde los 15 años para excluir población infantil que puede ver vulnerados sus derechos al vincularse muy tempranamente al mercado laboral. Del mismo modo, se establece como rango superior para las mujeres 57 años y los 62 años para hombres que es la edad de retiro en el sistema provisional de prima media. Los dos anteriores supuestos, aunque necesarios, pueden distorsionar la realidad de la oferta laboral en algunos territorios en los que dichas poblaciones no contabilizadas pueden jugar un papel importante para la producción agropecuaria familiar.</p> <p>Adicionalmente, no se cuenta con la posibilidad de distinguir a aquellos 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 su mano de obra. Otro limitante resulta al no poder establecer el nivel de interés real de los individuos en vincularse a este sistema productivo agropecuario como opción y alternativa productiva de vida.</p> <p>Por otra parte, la distinción urbana y rural de la población por su residencia, no excluye la posibilidad de que las mismas ofrezcan su capacidad productiva en la zona rural cuando viven en el casco urbano, o que viviendo en la zona rural se desplacen al casco urbano para trabajar (conmutación), incluso existiendo la posibilidad de un desplazamiento a otro municipio cercano. No obstante, aquí se contabiliza la población rural (en centros poblados y rural disperso) con el fin de evitar una sobre estimación de la población dispuesta a vincularse en las actividades rurales.</p> <p>Finalmente, las áreas territoriales utilizadas para la estimación de la densidad espacial son muy sensibles a la existencia de territorios excluidos tanto de la frontera agrícola nacional como de otras limitaciones y condicionantes físicas y legales, por lo que, aunque se supone una distribución homogénea de la población rural en edad de trabajar dentro del territorio municipal, en la mayoría de los casos dicho supuesto no se cumple.</p>



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

- DANE. 2020. Censo nacional de población y vivienda _ CNPV 2018. Proyecciones de población 2020 – 2035, población entre 15 y 62 años por área rural.
- DNP. 2023. Extensión territorial municipal. Información obtenida del portal Terridata.

2. Precisiones de la Información.

La fuente para la estimación de la densidad de la población rural en edad de trabajar (PET) son las proyecciones de población municipal para 2022 por área, sexo y edad. La información se procesa considerando hombres y mujeres entre 15 y 62 años, habitantes de centros poblados y áreas rurales dispersas, los que se suman para estimar la población municipal rural en edad de trabajar. Dicho resultado es dividido en el área territorial del municipio reportada por el DANE y consolidada por el DNP en el portal Terridata.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se ordena de mayor a menor, según la población en la zona rural, para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que el resultado es que más del 5 % corresponde a datos atípicos, la decisión es utilizar el método de k-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Para definir los rangos de aptitud, se estableció un punto de corte inicial definido por el requerimiento técnico de mano de obra por hectárea para la actividad apícola en la producción de miel y polen; se consideraron las visitas necesarias por parte del apicultor para las labores de cuidado y cosecha del apiario, teniendo en cuenta el área de ocupación de las colmenas, el área de pecoreo y la densidad máxima deseada entre



apiarios. De esta manera, se contempla que esta actividad demanda de 35,5 jornales al año por hectárea, lo que implica una estimación de requerimiento técnico de mano de obra 9,72 jornales km²/día.

Este es el punto de corte (9,72 jornales km²/día) para determinar los municipios con aptitud alta (A1), por tener una mayor o igual densidad, y sobre los cuales se espera obtener 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 el método multivariado de K-medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia interclústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. El total de datos disponibles se divide en 3 grupos y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (tres) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a Clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:



1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3). Los resultados de dichos agrupamientos fueron los siguientes:

Número de habitantes rurales en edad de trabajar/km ²	Aptitud
> 9,7	Alta (A1)
7,8 - 9,7	Media (A2)
< 7,8	Baja (A3)

Unidad de análisis

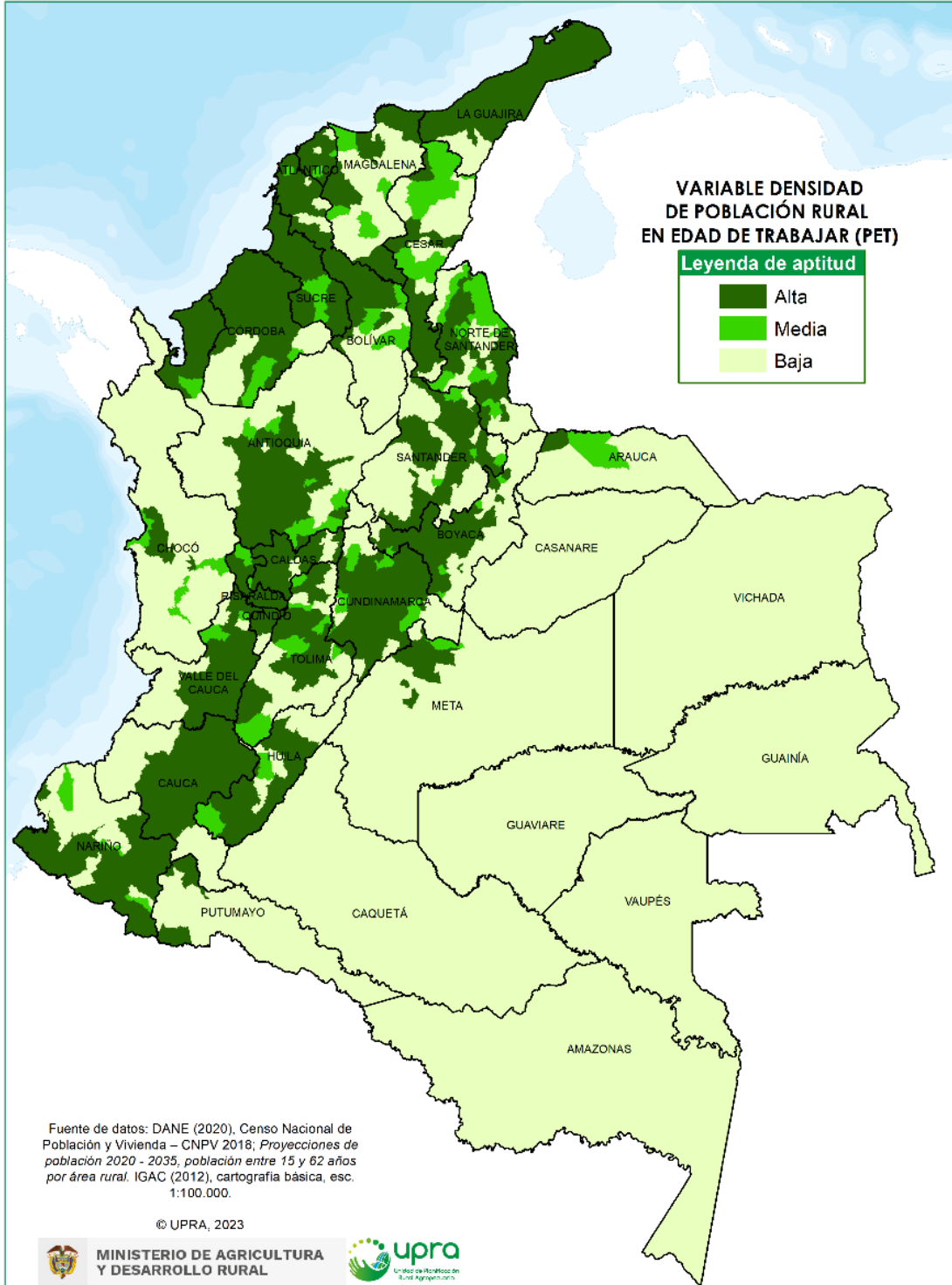
Número de habitantes rurales en edad de trabajar por km²

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2023). Actualización post covid-19. Proyecciones de población municipal por área, sexo y edad para el periodo 2020 – 2035, *población entre 15 y 62 años por área rural (centros poblados y rural disperso)*
- DNP. (2023). *Portal Terridata*. Sistema de Estadísticas Territoriales. Recuperado de: <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá: DNP
- IGAC. (2019). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



3.2



FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola
COMPONENTE: socioeconómico		SUBCOMPONENTE: social
CRITERIO ASOCIADO: <i>disponibilidad de mano de obra</i>		
VARIABLE: <i>tradición apícola</i>		UNIDAD DE MEDIDA: Predio con colmenas
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Restricción legal	
DEFINICIÓN		
<p>Corresponde a los departamentos que reportaron la actividad y el manejo apícola a partir de 1976, año en que se realizó el primer diagnóstico apícola en Colombia y desde el cual se describe a <i>Apis mellifera</i> para aprovechar los productos derivados de las colmenas.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>La cría de abejas <i>Apis mellifera</i> y su aprovechamiento mediante los productos derivados de las colmenas ha generado una necesidad de transmisión de conocimiento en las técnicas y manejo de los apiarios, que van pasando de generación en generación.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>No se cuenta con información anualizada de los inventarios apícolas.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>El desarrollo metodológico de la variable se realizó con base a los inventarios departamentales reportados por la Cadena productiva de las abejas y la apicultura (CPAA) del MinAgricultura y el informe final sobre diagnóstico de la situación actual de la apicultura colombiana y bases para su desarrollo de Cornejo (1976).</p> <p>Con la finalidad de clasificar los departamentos que han reportado información respecto al número de colmenas en los inventarios apícolas (número de colmenas) en los años 1976, 2000 y 2021, se procedió a organizar los valores reportados para cada año contemplado y en orden descendente para los 32 departamentos del país, por método de pareto (80/20) asignando así las aptitudes: alta (A1) a los departamentos que reportaron más de 10000 colmenas; media (A2) a los departamentos que reportaron</p>		



entre 10000 y 3000 colmenas y baja (A3) a los departamentos que reportaron menos de 3000 colmenas .

Una vez obtenida la calificación de aptitud para cada año contemplado, se realizó un árbol de decisión para obtener la aptitud de la variable:

Aptitud año 1976	Aptitud año 2000	Aptitud año 2021	Aptitud	
A1	A1	A1	A1	
		A2	A1	
		A3	A1	
	A2	A2	A1	A1
			A2	A2
			A3	A2
	A3	A3	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3
A2		A1	A1	A1
			A2	A2
			A3	A2
	A2	A2	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
	A3	A3	A1	A2
			A2	A2
			A3	A3
A3		A1	A1	A1
			A2	A2
			A3	A3
	A2	A2	A1	A2
			A2	A2
			A3	A3
	A3	A3	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3

Para una mejor visualización del mapa se realizó una máscara con la variable de *existencia de apiarios*.



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:

Predio con colmenas	Aptitud
> 10.000	Alta (A1)
3.000 – 10.000	Media (A2)
< 3.000	Baja (A3)

Unidad de análisis

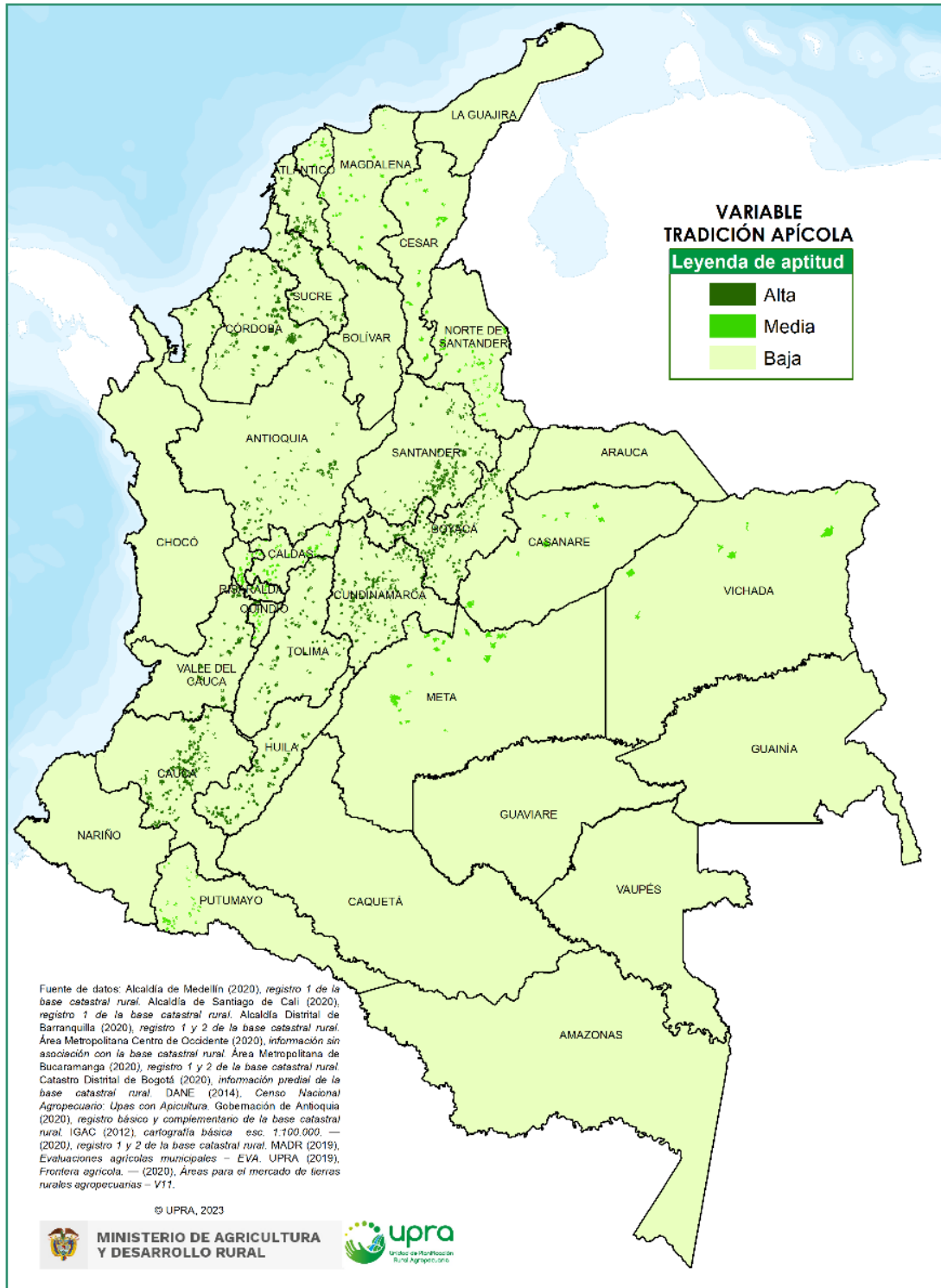
Predios con colmenas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Infraestructura (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). *Base catastral rural, Registros 1 y 2*.
- Área Metropolitana de Bucaramanga. (2020). Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Área Metropolitana Centro de Occidente. (2020). Información sin asociación con la base catastral rural. Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial de la base catastral rural*.
- DANE. (2014). *Censo nacional agropecuario, Upas con apicultura*
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional: centros poblados*. Bogotá: DANE.
- Gobernación de Antioquia. (2020). *Registro básico y complementario de la base catastral rural*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). Registro 1 y 2 de la base catastral rural. Bogotá: IGAC.
- MinAgricultura. (2019). *Evaluaciones agrícolas municipales – EVA*. Bogotá: MinAgricultura.
- Cadena Productiva de las Abejas y la Apicultura (CPAA). (2021). *Informe Sectorial Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura*. Cadena Productiva de las Abejas y de la Apicultura. MinAgricultura.
- Cornejo, L. G. (1976). Informe final sobre diagnóstico de la situación actual de la apicultura colombiana y bases para su desarrollo (p. 358). Centro interamericano de Promoción de Exportaciones CIPE.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.2.3. Variable oferta educativa universitaria

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>disponibilidad de mano de obra</i>		
VARIABLE: <i>oferta educativa universitaria</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria, como zootecnia o medicina veterinaria, que permiten formar a la población y mejorar la competitividad sectorial del territorio. Relaciona los programas que ofrecen cátedras relacionadas con la apicultura.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Mide la posibilidad de la población de acceder, cerca de su territorio, a programas de formación universitaria para elevar sus competencias y la productividad del sector. El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades y particularmente la formación a nivel universitario, como una de sus expresiones, se enfoca no solo en la construcción de procesos sino en la sistematización de las experiencias, indagando y conceptualizando, haciendo énfasis en aspectos teóricos y de investigación.</p> <p>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 empresarios pecuarios y productores campesinos de disponer en el territorio de talento humano, con destrezas y/o conocimientos, para la dirección de equipos de trabajo y resolución de problemas, que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción pecuaria.</p> <p>Para el caso de la variable <i>oferta educativa universitaria</i>, se tuvo en cuenta los distintos tipos de cobertura de los programas reportados en el SNIES, de esta forma no solo se considera la sede principal donde se oferta el programa, sino que también se tiene en cuenta otros tipos de cobertura tales como centros de tutoría, Centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión, los</p>		



cuales amplían los registros de la oferta educativa especialmente en las zonas rurales.

Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel universitario de veterinaria, administración en sistemas agropecuarios, zootecnia, entre otros. Los territorios donde existe mayor posibilidad de acceder presencialmente a estos programas de formación académica son más aptos por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra, a nivel de dirección y planificación estratégica, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad territorial, especialmente con cátedras relacionadas con la actividad apícola.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La formación de competencias en la apicultura, aunque depende en alto grado de la capacitación en carreras profesionales relacionales con la producción agropecuaria, suele darse por el interés propio de los profesionales de profundizar en las enseñanzas tangenciales que se dan en las aulas sobre la apicultura con un menor grado de especialización sobre esta actividad. Así las cosas, aunque para la evaluación de esta aptitud se tuvieron en cuenta la oferta de programas agropecuarios, se enfatiza que ninguna de las carreras mencionadas se consideran una capacitación necesaria o suficiente para adquirir el conocimiento sobre las labores en apiarios.

El área de influencia de los programas académicos presenciales ofertados depende de la distancia y tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, su tamaño, capacidad de atención de estudiantes y por sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos a sus estudiantes.

Lo anterior hace que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que responden a otras lógicas e intereses. Estas últimas dimensiones no están siendo medidas con esta variable dada la disponibilidad de información actual.



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

SNIES. 2023. Lugar de oferta, coberturas por centros de tutoría, centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión de programas universitarios relacionados directamente con la actividad agropecuaria que se encuentran activos a la fecha de consulta (marzo).

2. Precisión de la información.

Programas académicos ofertados a nivel universitario, y relacionados directamente con la producción pecuaria y eventual relación con la producción miel y polen por municipio, reportados en el SNIES del Mineducación. Se tienen en cuenta los programas universitarios, filtrando los programas activos para el año 2023:

- Administración agroindustrial
- Ingeniería agropecuaria
- Ingeniería agronómica
- Medicina veterinaria
- Medicina veterinaria y zootecnia
- Zootecnia

Se consideran los distintos tipos de cobertura de los programas reportados en el SNIES, la sede principal donde se oferta el programa y otros tipos de cobertura tales como centros de tutoría, Centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión.

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos existe un programa activo y partiendo de su casco urbano se estimaron isocronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno, (resolución espacial de 90 m) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.



3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos con registro formal de formación universitaria vinculados directamente a la actividad pecuaria y rural, sobre los que se construyen las isocronas.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del MinTransporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isocronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales puedo llegar desde mis puntos de interés.

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 en horas

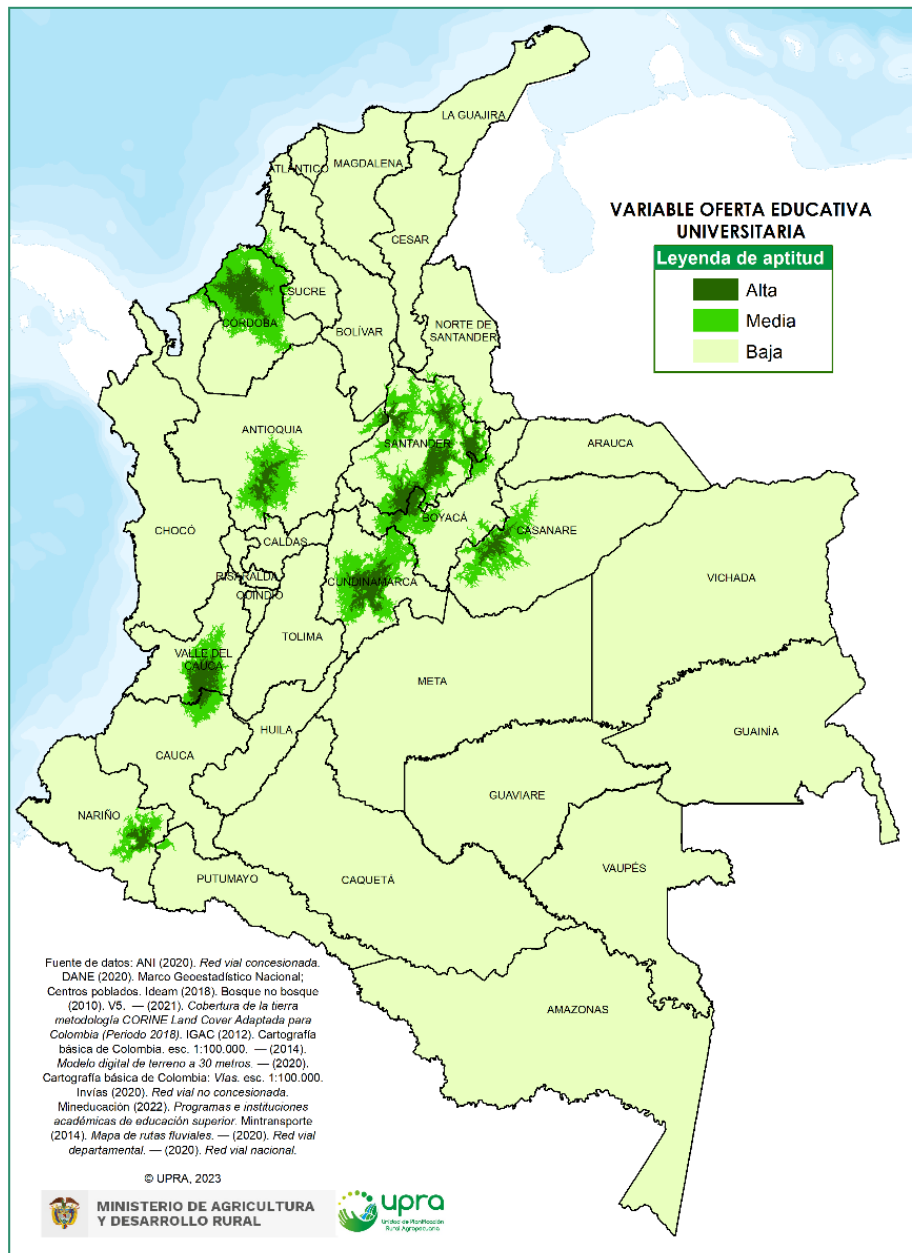
FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionaria*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional; Centros poblados*. Bogotá: DANE:
- DNP. (2022). *Portal Terridata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá: DNP
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC



- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- Mineducación. (2022). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) Programas e instituciones de educación superior*. Bogotá: Mineducación.
- MinTransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: Mintransporte

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.2.4. Variable oferta educativa técnica y tecnológica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola
COMPONENTE: socioeconómico		SUBCOMPONENTE: social
CRITERIO ASOCIADO: <i>disponibilidad de mano de obra</i>		
VARIABLE: Oferta educativa técnica y tecnología		UNIDAD DE MEDIDA: Programas activos
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior técnico o tecnológico oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción pecuaria y apícola, que permiten capacitar a la población y mejorar la competitividad sectorial del territorio.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Mide la posibilidad de la población de acceder cerca de su territorio a programas de formación técnica y tecnológica para elevar su competencia y su productividad laboral. La educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la capacitación y la formación para el trabajo técnico y tecnológico, como una de sus expresiones, brinda la posibilidad de actualizar competencias en el manejo de la información y en los procesos de innovación propios de las labores pecuarias y los adelantos tecnológicos y científicos.</p> <p>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 de que los empresarios pecuarios y la población productora campesina, disponga de talento humano con destrezas o conocimientos técnicos y tecnológicos, que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción pecuaria.</p> <p>Para el caso de la variable <i>oferta educativa técnica y tecnológica</i>, se tuvo en cuenta los distintos tipos de cobertura de los programas reportados en el SNIES, de esta forma no solo se considera la sede principal donde se oferta el programa, sino que también se tiene en cuenta otros tipos de cobertura tales como centros de tutoría, Centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión, los cuales amplían los registros de la oferta educativa especialmente en las zonas rurales.</p>		



Por lo tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel técnico y tecnológico en áreas relacionadas a la actividad pecuaria en general. Los territorios donde existe mayor posibilidad de acceder presencialmente a programas de formación académica son más aptos, por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra en temas afines a la producción pecuaria, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad municipal.

En el caso puntual de la producción apícola, luego de la revisión de la información disponible en la base SNIES, no fue posible identificar programas ofertados con énfasis en las actividades de apicultura. Así las cosas, a pesar de que se encuentran programas relacionados con la producción agropecuaria y agrícola, que resultan no específicas en la formación de las competencias y la práctica necesaria para el manejo de colmenas y apiarios, la cartografía resultante para la variable denota la ausencia de oferta de programas técnicos y tecnológicos para la formación de apicultores.

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 el SNIES no se identifica programas ofertados para la actividad de apicultura.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

SNIES. 2023. Lugar de oferta, coberturas por centros de tutoría, centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión de programas técnicos y tecnológicos relacionados con la actividad pecuaria y de apicultura que se encuentran activos a la fecha de consulta.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la producción agropecuaria y apícola, reportados en el SNIES del MinEducación. Se tiene en cuenta los programas activos para el mes de marzo del año 2023 en el momento de la consulta. No se identificaron programas específicos para la producción apícola.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos con registro formal de formación técnica o tecnológica relacionados con la actividad pecuaria, sobre los que se construyen las isocronas.



4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta los centros educativos, para este caso, solo se considera la aptitud baja (A3) todo el país, debido a que no se encontró algún programa técnico o tecnológico de manera oficial para formación apícola.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la representación cartográfica de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Programas activos	Aptitud
-	Alta (A1)
-	Media (A2)
Todo el país	Baja (A3)

Unidad de análisis

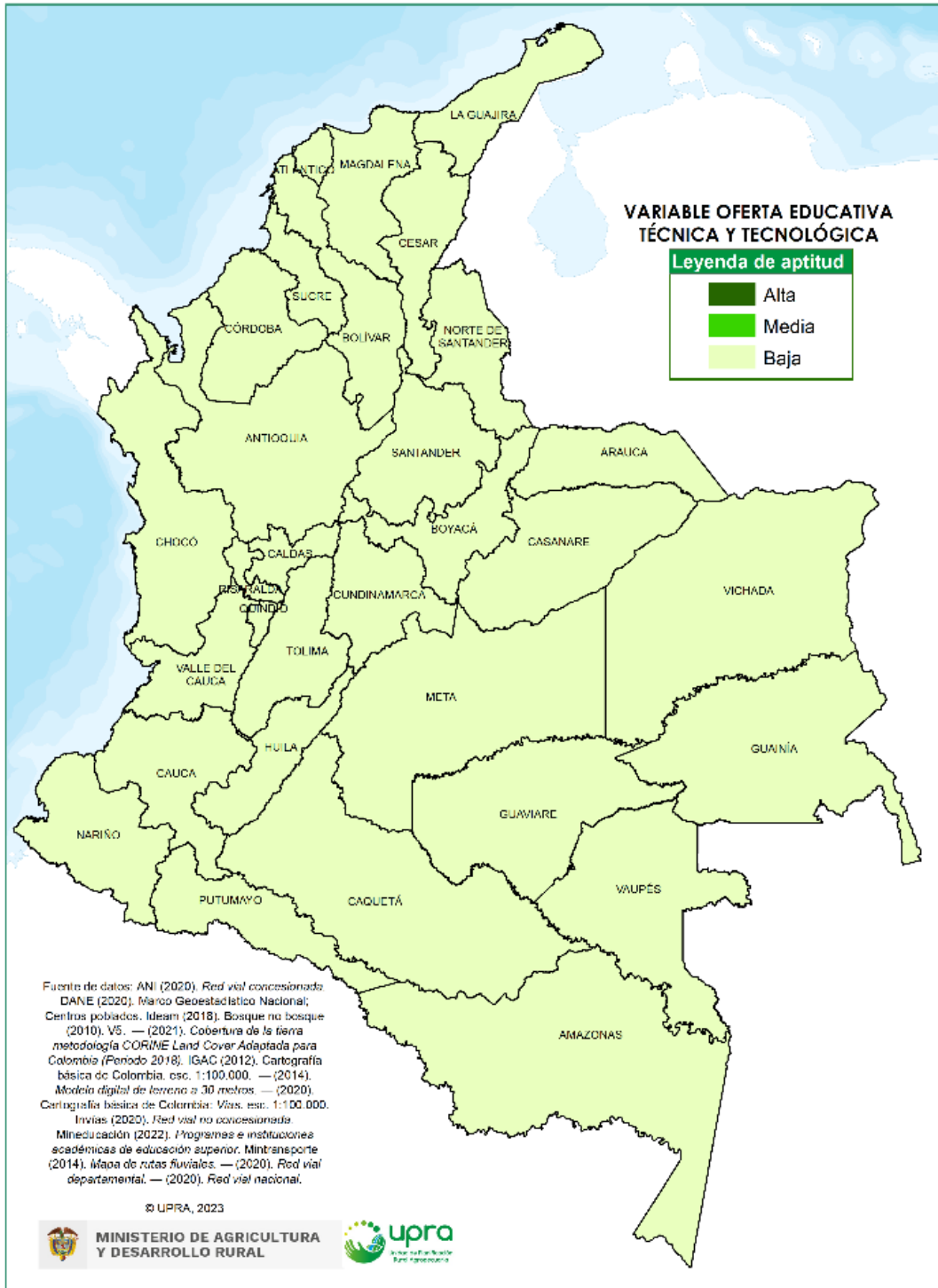
Programas activos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI (2020). *Red vial concesionaria*. Bogotá: ANI
- DANE. (2020) *Marco geoestadístico nacional; Centros poblados*. Bogotá: DANE:
- DNP. (2022). *Portal Terridata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <https://terridata.dnp.gov.co/#/>.> Bogotá: DNP
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- Mineducación. (2022). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) Programas e instituciones de educación superior*. Bogotá: Mineducación.
- MinTransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: Mintransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: Mintransporte.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.2.5. Variable oferta educativa no formal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>disponibilidad de mano de obra</i>		
VARIABLE: <i>oferta educativa no formal</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación no formales ofrecidos por el SENA, pero oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción apícola, que permiten capacitar a la población y mejorar la competitividad sectorial del territorio.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Mide la posibilidad de la población de acceder cerca de su territorio a programas no formales para elevar su competencia y su productividad laboral. La educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la capacitación y la formación para el trabajo técnico y tecnológico, como una de sus expresiones, brinda la posibilidad de actualizar competencias en el manejo de la información y en los procesos de innovación propios de las labores pecuarias y los adelantos tecnológicos y científicos.</p> <p>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 de que los empresarios pecuarios y la población productora campesina, disponga de talento humano con destrezas o conocimientos técnicos y tecnológicos, que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la producción pecuaria.</p> <p>En el caso puntual de la producción apícola la oferta educativa no formal es la que ofrece mayor especialización para la formación de potenciales apicultores, de tal manera que fue necesario conformar una base de datos con los cursos de educación no formal que ofrece el SENA, para complementar la información disponible en la base SNIES.</p>		



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																			
<p>El área de influencia de los programas académicos presenciales ofertados depende de la distancia y tiempo de desplazamiento que los estudiantes deben recorrer para asistir a las actividades académicas, pero también del número de programas, su tamaño, capacidad de atención de estudiantes, y por sobre todo de la calidad, prestigio y nivel de formación impartidos a sus estudiantes.</p> <p>Lo anterior hace que no necesariamente los estudiantes acudan a los programas de educación superior que se encuentran más cerca, sino que responden a otras lógicas e intereses. Estas últimas dimensiones no están siendo medidas con esta variable dada la disponibilidad de información actual.</p>																			
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																			
<p>1. Información. SNIES. 2023. Lugar de oferta, coberturas por centros de tutoría, centros regionales de educación superior (CERES), convenios, convenios en red y programas de extensión de programas técnicos y tecnológicos relacionados con la actividad pecuaria y de apicultura que se encuentran activos a la fecha de consulta. SENA. 2023. Cursos en el tema apicultura y campesina.</p> <p>2. Precisiones de la información. Cursos no formales ofertados por el SENA en los centros agrícolas y de campesina. Los cursos identificados fueron los siguientes:</p>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nivel de formación</th> <th>Denominación del programa de formación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Curso especial</td> <td>Fortalecimiento en prestación de servicios de polinización apícola</td> </tr> <tr> <td>Curso especial</td> <td>Emprendimiento en apicultura</td> </tr> <tr> <td>Curso especial</td> <td>Buenas prácticas apícolas en el manejo de la colmena</td> </tr> <tr> <td>Curso especial</td> <td>Fortalecimiento en cosecha de productos de la colmena</td> </tr> <tr> <td>Curso especial</td> <td>Instalación de colmenas</td> </tr> <tr> <td>Curso especial</td> <td>Implementación de prácticas de manejo de colmenas</td> </tr> <tr> <td>Operario</td> <td>Fortalecimiento en prestación de servicios de polinización apícola</td> </tr> <tr> <td>Operario</td> <td>Producción apícola</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de formación	Denominación del programa de formación	Curso especial	Fortalecimiento en prestación de servicios de polinización apícola	Curso especial	Emprendimiento en apicultura	Curso especial	Buenas prácticas apícolas en el manejo de la colmena	Curso especial	Fortalecimiento en cosecha de productos de la colmena	Curso especial	Instalación de colmenas	Curso especial	Implementación de prácticas de manejo de colmenas	Operario	Fortalecimiento en prestación de servicios de polinización apícola	Operario	Producción apícola
Nivel de formación	Denominación del programa de formación																		
Curso especial	Fortalecimiento en prestación de servicios de polinización apícola																		
Curso especial	Emprendimiento en apicultura																		
Curso especial	Buenas prácticas apícolas en el manejo de la colmena																		
Curso especial	Fortalecimiento en cosecha de productos de la colmena																		
Curso especial	Instalación de colmenas																		
Curso especial	Implementación de prácticas de manejo de colmenas																		
Operario	Fortalecimiento en prestación de servicios de polinización apícola																		
Operario	Producción apícola																		



Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios donde al menos existe un programa activo; o cualquiera de las otras formas de cobertura, partiendo de su casco urbano se estimaron isocronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos con registro formal de formación técnica o tecnológica relacionados con la actividad pecuaria, sobre los que se construyen las isocronas. Adicionalmente, los municipios y las sedes del SENA donde se ofertan los cursos de educación son el punto de partida para la construcción de las isocronas.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio Sisetac del Ministerio de Transporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isocronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales puedo llegar desde mis puntos de interés.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la representación cartográfica de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: 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

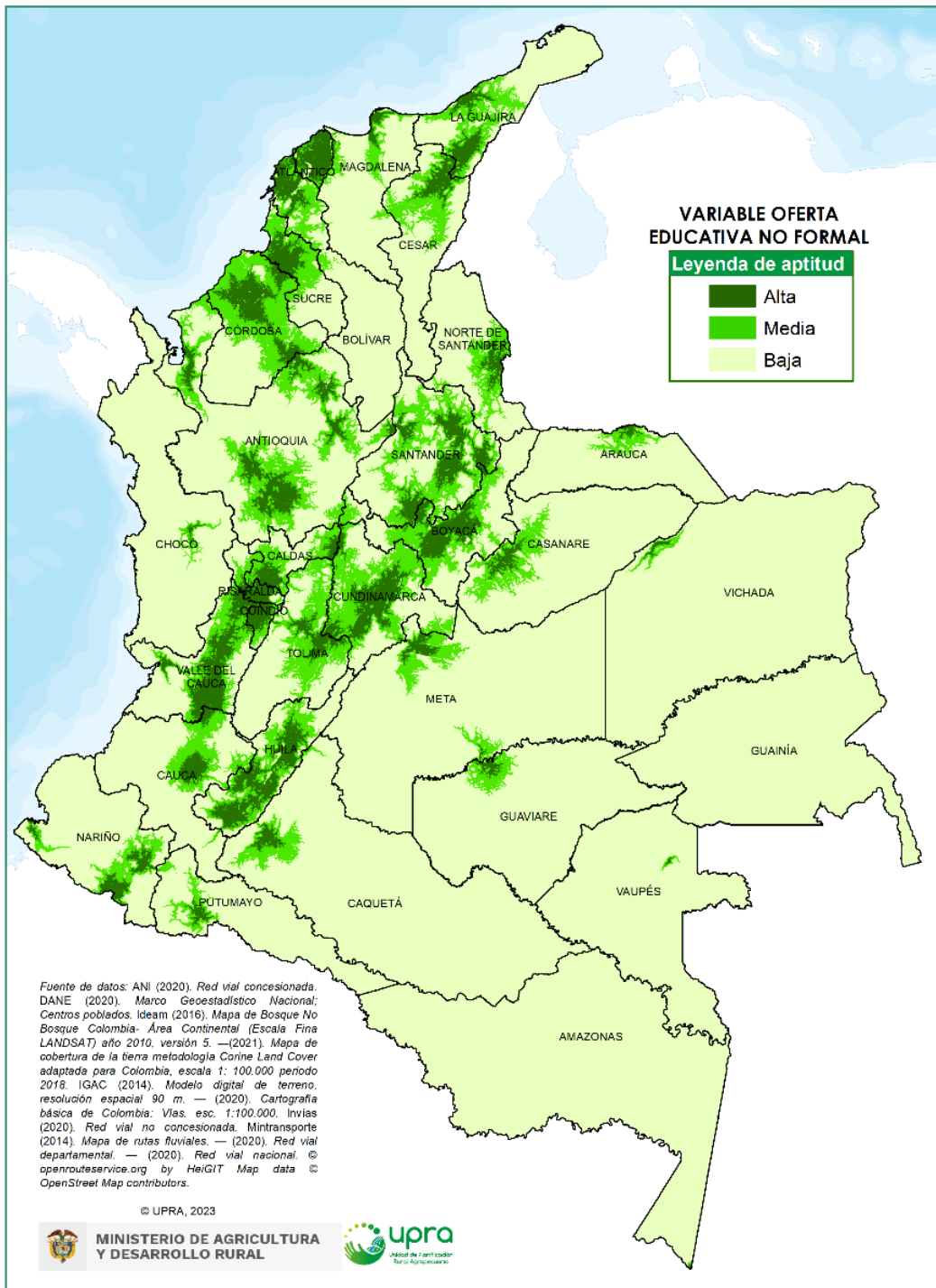
Tiempo de desplazamiento en horas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionaria*. Bogotá: ANI
- DANE. (2020) *Marco geoestadístico nacional; Centros poblados*. Bogotá: DANE:
- DNP. (2022). *Portal Terridata. Sistema de Estadísticas Territoriales*. Recuperado de: <<https://terridata.dnp.gov.co/#/>> Bogotá: DNP.
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- Mineducación. (2022). *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) Programas e instituciones de educación superior*. Bogotá: Mineducación.
- MinTransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: MinTransporte
- SENA. (2023). *Cursos apicultura y campesina*. Bogotá: SENA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.3. Criterio asociatividad e institucionalidad

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: <i>asociatividad e institucionalidad</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Asociaciones y comités</i>, expresados en tiempo de desplazamiento en horas.</p> <p><i>Agrosavia</i>, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.</p> <p><i>ICA</i>, expresado en tiempo de desplazamiento en horas.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Presencia institucional del Estado, de los gremios o de organizaciones de base de la cadena productiva de la apicultura, cuyo apoyo conduce a la competitividad de una región. Identifica condiciones internas y externas de la cadena en cuanto a la oferta institucional y al fortalecimiento de la actividad productiva.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Refleja la existencia de oferta institucional pública y privado a nivel municipal, así como la articulación de productores a instancias que facilitan el desarrollo y soporte del sector agrícola comercial en el territorio.</p> <p>Una mayor oferta institucional del orden nacional y asociatividad favorecen el acceso a los avances de investigación, control fitosanitario y fortalecimiento organizacional del sector. Una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, ofrecería mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal contribuye a mejorar la competitividad de la producción de comercial de apicultura.</p>		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayoría de las variables se calcularon con base en isocronas debido a que es la cercanía la que determina la facilidad de acceso a los servicios que prestan. Sin embargo, dichos algoritmos utilizados para la estimación de los tiempos de desplazamiento no incluyen los costos.

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 tres variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software *PriEsT* (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Asociaciones y comités	Agrosavia	ICA	Peso ponderado (%)
Asociatividad e institucionalidad	Asociaciones y comités	1			48,1
	Agrosavia	1	1		40,5
	ICA	1/5	1/3	1	11,4

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

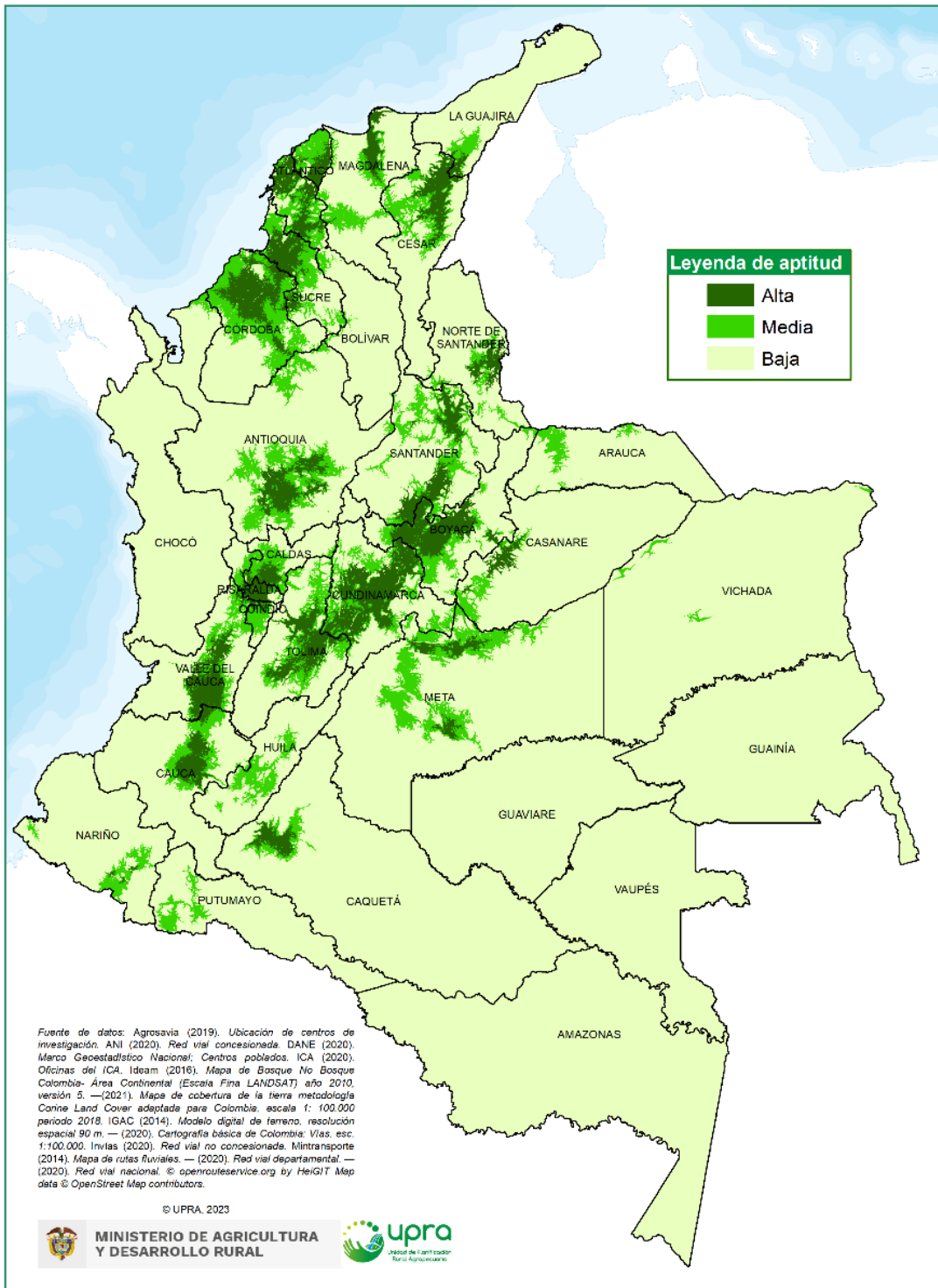
Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Asociaciones y comités	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 – 2	> 2
Agrosavia	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 – 2	> 2
ICA	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 – 2	> 2

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia. (2019). *Ubicación de los centros de investigación*. Bogotá: Agrosavia.
- ANI. (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). *Marco geostatístico nacional; Centros poblados*. Bogotá: DANE.
- ICA. (2020). *Oficinas del ICA*. Bogotá: ICA
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- Informa Colombia. (2023). Listado de empresas y/o asociaciones recuperado de: https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/servlet/app/portal/EMP/prod/LISTADO_EMPRESAS/razonsocial/abejas
- MinTransporte. (2014). *Mapa de rutas fluviales*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: Mintransporte



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.3.1. Variable asociaciones y comités

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>asociatividad e institucionalidad</i>		
VARIABLE: <i>asociaciones y comités</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Organizaciones apícolas estructuradas en torno a un producto o sobre una base territorial. Los miembros son pequeños productores o familiares y entidades sin ánimo de lucro conformadas por una gestión democrática y permanente de socios con un fin común. Se incluyen municipios con comités apícolas conformados.</p> <p>Ofrecen a los productores oportunidades de mercado, junto a servicios como una mejor formación en gestión y acceso a la información, tecnologías, innovaciones y servicios de extensión de calidad sobre Prácticas Agrícolas más productivas y sostenibles, al igual que ofrecen perspectivas y oportunidades que los productores no pueden alcanzar de forma individual en los mercados.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>La asociatividad garantiza a los productores reunir sus activos y competencias para superar las barreras de los mercados y otras limitaciones, tales como precios más reducidos en la compra de insumos y equipos, ofrecen a los productores oportunidades de mercado, junto a servicios como una mejor formación en gestión y acceso a la información, tecnologías, innovaciones y servicios de extensión de calidad sobre Prácticas más productivas y sostenibles.</p> <p>Las asociaciones, se ubican en buena parte en los municipios donde se ubica la producción apícola.</p>		
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 se cuenta con una información actualizada.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

CNNA. 2022. Asociaciones y comités apícolas.

Informa (2023). Listado de empresas y/o asociaciones de apicultores.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio Sictac del Ministerio de Transporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isocronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales se puede llegar desde la asociación y el comité.



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

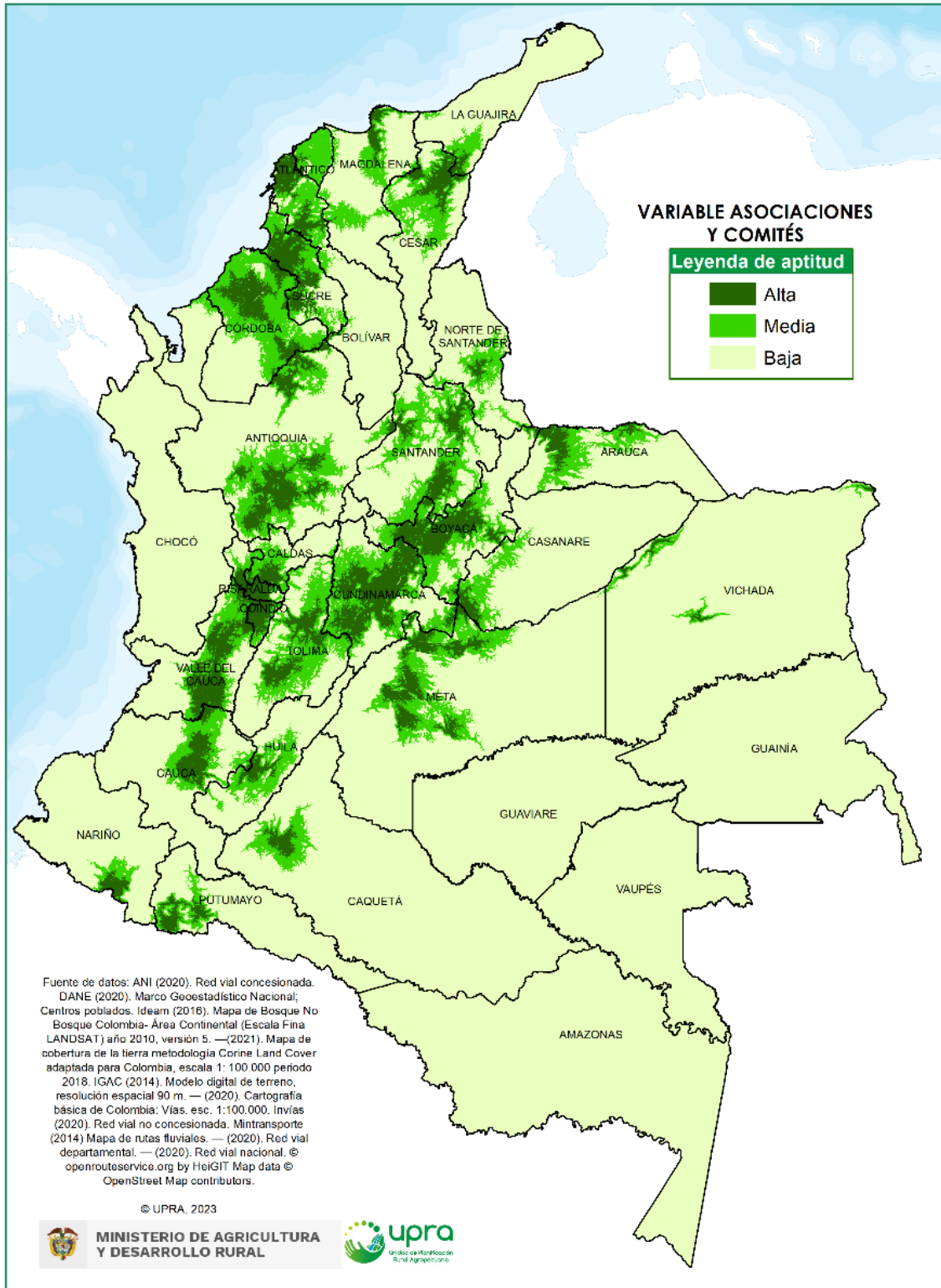
Tiempo de desplazamiento en horas

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). Marco geoestadístico nacional; *Centros poblados*. Bogotá: DANE.
- Informa Colombia. (2023). Listado de empresas y/o asociaciones recuperado de: https://www.informacolombia.com/directorio-empresas/servlet/app/portal/EMP/prod/LISTADO_EMPRESAS/razonsocial/abejas
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC.
- (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- MinTransporte. (2014). *Mapa de rutas fluviales*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: Mintransporte



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.3.2. Variable Agrosavia

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico.	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: asociatividad e institucionalidad		
VARIABLE: Agrosavia	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Sedes de la 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 los sistemas productivos apícolas. La cercanía de una sede de Agrosavia, tiene mayor probabilidad de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para mejorar los procesos productivos apícolas. Representa para los productores la posibilidad de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de investigaciones apícolas 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		
<p>1. Información. Agrosavia. (2019). Centros de investigación Agrosavia.</p> <p>2. Precisión de la información. La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo</p>		



digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del Ministerio de Transporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isocronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales se puede llegar desde una sede de Agrosavia.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1- 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

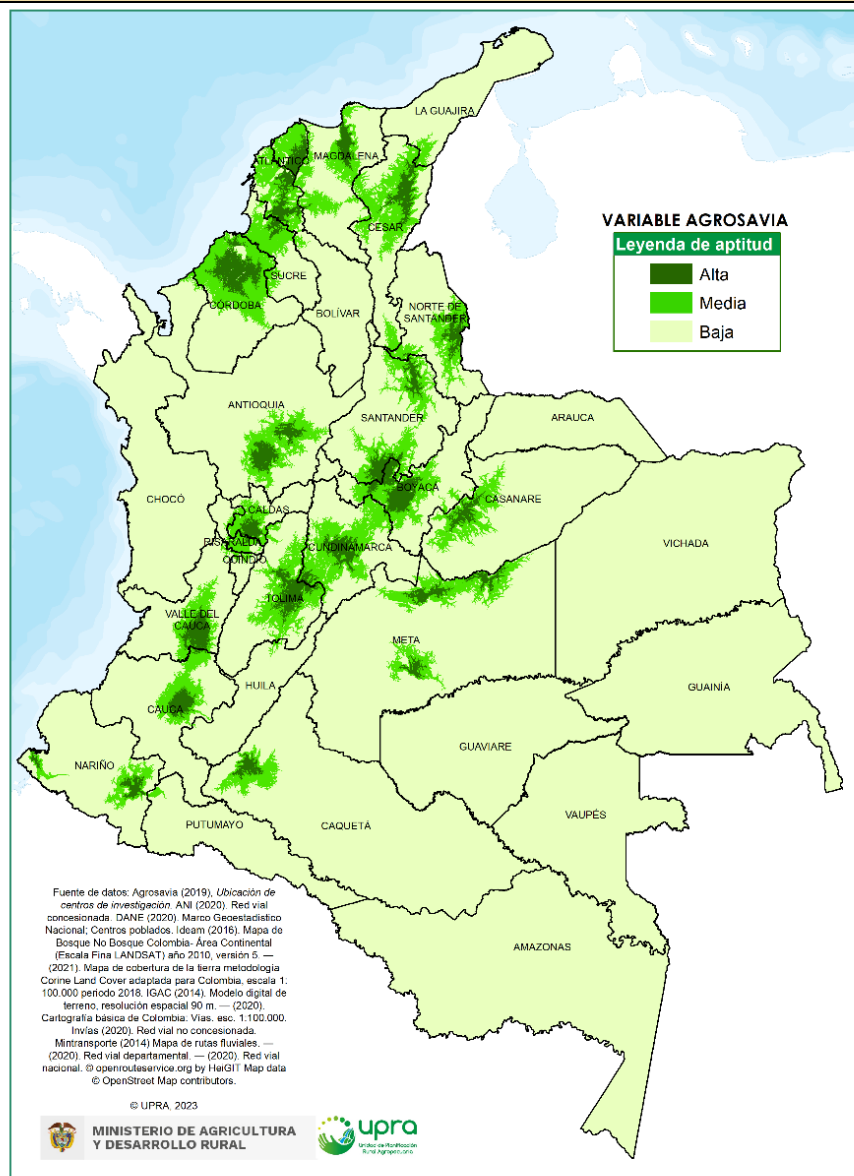
FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia. (2019). *Ubicación de los centros de investigación*. Bogotá: Agrosavia.
- ANI (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional; Centros poblados*. Bogotá: DANE.



- Ideam. (2016). *Bosque no bosque Colombia – Área Continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010 V5*. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2021). *Mapa de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. Periodo 2018*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- MinTransporte. (2014). *Mapa de rutas fluviales*. Bogotá: MinTransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: Mintransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.3.3. Variable ICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>asociatividad e institucionalidad</i>		
VARIABLE: ICA	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Sedes de la entidad, cuya función consiste no solo en elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional, sino también potenciar la competitividad de las actividades agropecuarias		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
El ICA contribuye al desarrollo sostenido del sector agrícola, la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos para la producción apícola. El control de las aplicaciones de los diferentes productos químicos que puedan afectar la producción apícola, junto con el impulso por parte del ICA en buenas prácticas agrícolas (BPA) permite a los apicultores tener mejores rendimientos.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
No conocer donde están ubicados todos los centros de producción apícola.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información. ICA. (2020). Oficinas del ICA.</p> <p>2. Precisión de la información. La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre</p>		



la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del MinTransporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isocronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales se puede llegar desde una sede del ICA.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis | Tiempo de desplazamiento en horas

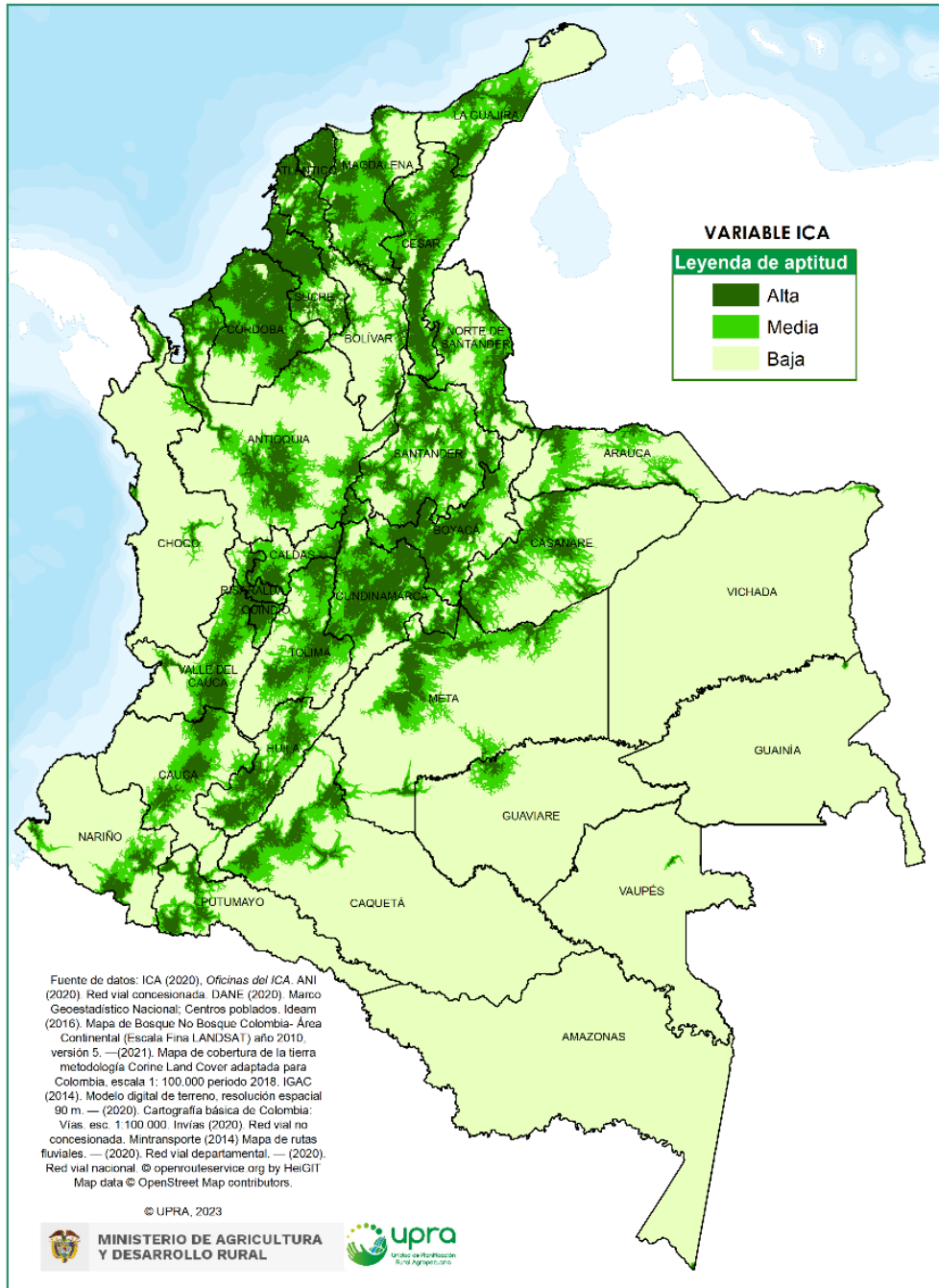
FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). Marco geoestadístico nacional; *Centros poblados*. Bogotá: DANE.
- ICA. (2020). *Oficinas del ICA*. Bogotá: ICA
- IGAC. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC.
- (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.



- MinTransporte. (2014). *Mapa de rutas fluviales*. Bogotá: Mintransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: MinTransporte

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.4. Criterio *infraestructura, bienes y servicios*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura, bienes y servicios</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Centros mayoristas</i>, expresados en tiempo de desplazamientos en horas.</p> <p><i>Centros de servicios</i>, expresados en tiempo de desplazamientos en horas.</p> <p><i>Vías</i>, expresadas en <i>buffer</i>.</p> <p><i>Cobertura de internet móvil</i>, expresada en tecnología y número de antenas por cada 10 kilómetros cuadrados.</p> <p><i>Energía eléctrica rural</i>, expresada como nivel de favorabilidad (unidad).</p>		
DEFINICIÓN		
Bienes de uso colectivo que se requieren en la actividad productiva; y canales que intervienen en la consecución de insumos en el desarrollo y funcionamiento de los mercados nacionales e internacionales.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos respecto la infraestructura de uso colectivo, garantizando el buen funcionamiento de los mercados, la disponibilidad de tecnología e instalaciones de servicios públicos y la cercanía a los centros de servicio.</p> <p>Regiones con mayores facilidades para la movilidad y capacidad técnica del aparato productivo, ofrecen mejores condiciones para que la producción agrícola se desarrolle en forma eficiente.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
No contar con información actualizada, ni con los datos del volumen transportado y/o comercializado.		



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 descrita por Saaty en 1980, AHP (*Analytic Hierarchy Process*), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Centros mayoristas	Centros de servicios	Vías	Cobertura de internet móvil	Energía eléctrica rural	Peso ponderado (%)
Infraestructura, bienes y servicios	Centros mayoristas	1					36,4
	Centros de servicios	1	1				32,2
	Vías	1/3	1/3	1			16,1
	Cobertura de internet móvil	1/5	1/5	1/5	1		9,2
	Energía eléctrica rural	1/5	1/5	1/5	1/3	1	6,1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene en cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los siguientes son los rangos de aptitud aplicados para el criterio:

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Centros mayoristas	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 – 2	>2
Centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas	< 1	1 - 2	>2
Vías	Buffer	Vías tipo 1 al 4 con buffer de 500 metros a las vías	Vías tipo 1 al 5 con buffer de 1.000 metros a las vías	Resto
Cobertura de internet móvil	Tecnología y número de antenas/10 km ²	HSPA y LTE, >2	3G, <2	2G, Sin cobertura
Energía eléctrica rural	Nivel de favorabilidad de los municipios (unidad)	> 7	5 – 7	< 5

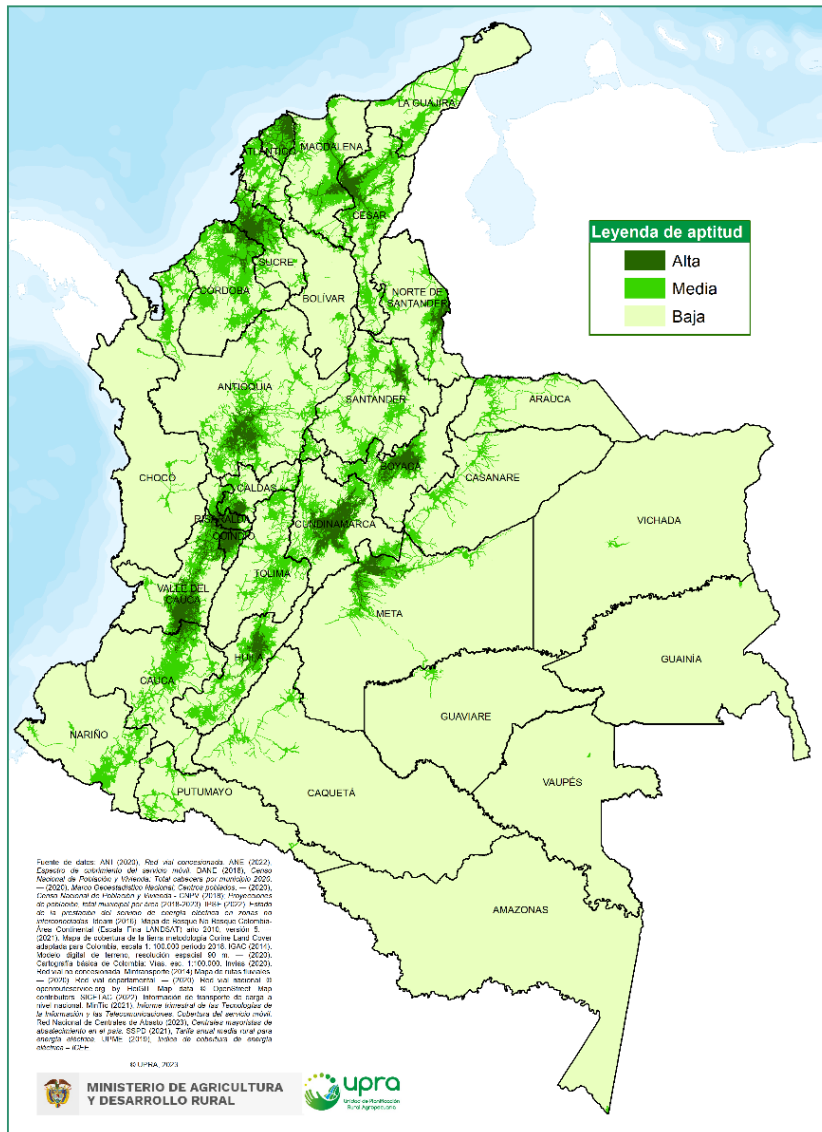
FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANE. (2022). *Espectro de cubrimiento del servicio móvil*. Bogotá: ANE.
- ANI. (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda. Total, cabecera por municipio 2022*. Bogotá: DANE.
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*. Bogotá: DANE.
- DANE. (2020). *Proyecciones de población, total municipal por área 2018 – 2023*. Bogotá: DANE.
- IPSE. (2022). *Estado de la prestación del servicio de energía eléctrica en zonas no interconectadas*. Bogotá: IPSE.
- IGAC (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC
- IGAC. (2020). *Cartografía básica; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada* Bogotá: Invias
- MinTic (2021). *Informe trimestral de las tecnologías de la información y las telecomunicaciones; cobertura del servicio móvil*. Bogotá: MinTic
- MinTransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: MinTransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*. Bogotá: MinTransporte.



- MinTransporte. (2020). *SICETAC, información de transporte de carga a nivel nacional* © *openrouteservice.org* by *HeiGIT Map data* © *OpenStreet Map contributors*. Bogotá: Mintransporte. Bogotá: MinTransporte
- Red Nacional de Centrales de Abastos. (2023). *Centrales de abastecimiento en el país*. Bogotá: Red de Abastos.
- SSPD. (2021). *Tarifa anual media rural para energía eléctrica*. Bogotá: SSPD
- UPME: (2019). *Índice de cobertura eléctrica – ICEE*. Bogotá: Upme.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.4.1. Variable centros mayoristas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura, bienes y servicios</i>		
VARIABLE: <i>centros mayoristas</i>	UNIDAD DE MEDIDA:	Tiempo de desplazamiento en horas
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Unidades comerciales de distribución de insumos y productos alimenticios, que proporcionan a la población servicios de abastecimiento de productos básicos. Las instalaciones mayoristas permiten concentrar los productos provenientes de diversos centros de producción para surtir a los apicultores.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Son la principal forma de abastecimiento de los distintos tipos de productos que en ella se encuentran, facilitando al apicultor el acceso desde cualquier punto de las fincas del país a la comercialización, favoreciendo su cercanía, en cuanto a costos y conservación de los productos.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>No existe información de volúmenes ingresados/transados/comercializados a los centros de abastecimientos.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Precisiones de la información</p> <p>La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.</p> <p>Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:</p> <p>Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.</p> <p>Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.</p>		



Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

1. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del MinTransporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isócronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales se puede llegar desde los centros mayoristas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 - 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

Tiempo de desplazamiento en horas

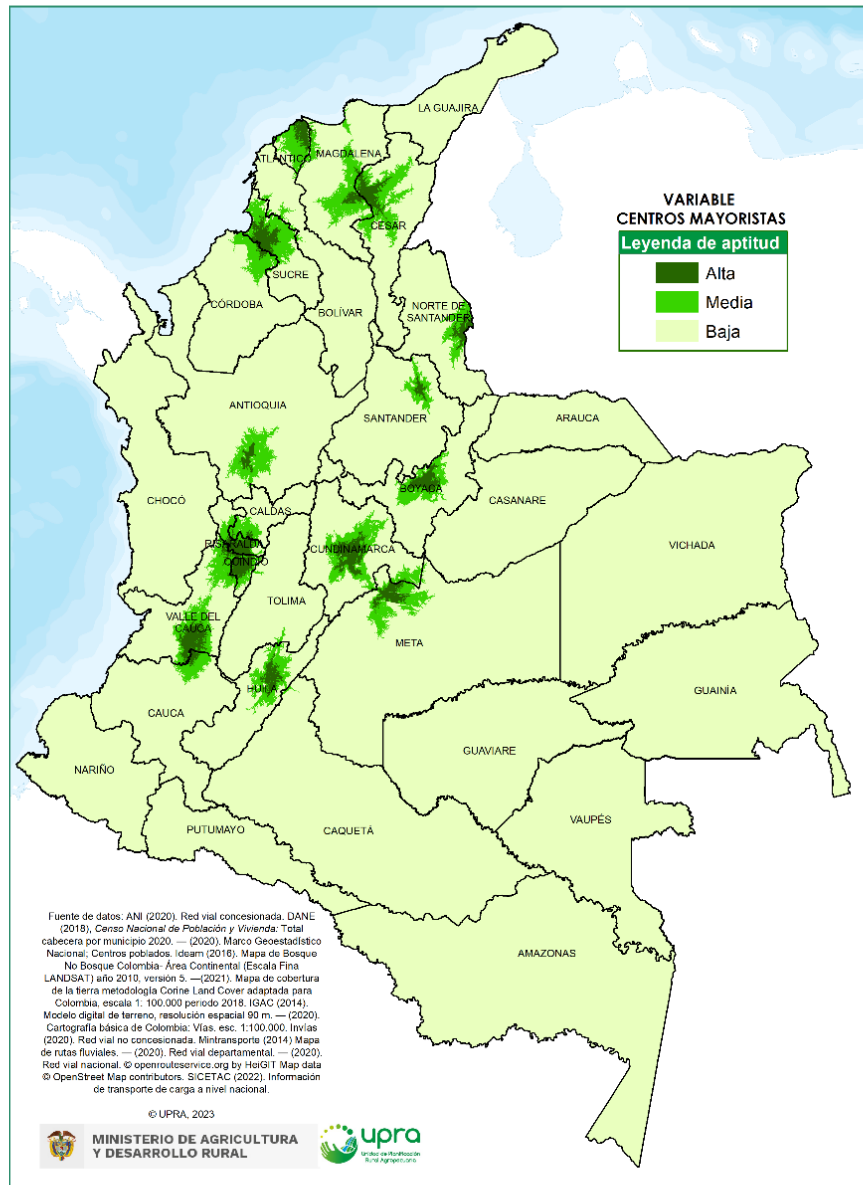
FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). *Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018. Proyecciones de población 2018-2023, Total municipal por área*. Bogotá.
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*. Bogotá.
- IGAC (2014). *Método digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- INVIAS. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- MinTransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales*. Bogotá: MinTransporte.
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte.



- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional*.
- MinTransporte. (2020). *SICETAC: información de transporte de carga a nivel nacional*, © *openrouteservice.org* by *HeiGIT Map data* © *OpenStreet Map contributors*. Bogotá: MintrAnsporte.
- Red Nacional de Centrales de Abastos. (2023). *Centrales de abastecimiento en el país*. Bogotá: Red de Abastos.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.4.2. Variable centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura, bienes y servicios</i>		
VARIABLE: <i>centros de servicios</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Áreas con oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades de la actividad apícola. Los centros de servicios está enmarcado en poblaciones con más de 30.000 habitantes.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la competitividad para el desarrollo de la producción comercial apícola, al facilitar el acceso a insumos y servicios necesarios para el productor. La accesibilidad hace referencia al tiempo de desplazamiento, el cual viene determinado por la oferta y el estado de las redes de transporte y de la distancia entre dos puntos, uno de ellos el centro de servicios (tomando como referencia la cabecera municipal). Zonas más cercanas a los centros de servicios, son más competitivas que aquellas más distantes o con vías en mal estado o sin vías de acceso.</p>		
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 realizadas por el DANE para el año 2022, estimada a partir del censo de población y vivienda del año 2018. Hay centros de servicios importantes que podrían omitirse por no contar con más de 30.000 habitantes.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Precisiones de la información.		



La metodología de isocronas empleadas por la UPRA es un proceso, a través del cual se calcula el tiempo de desplazamiento sobre los diferentes ejes viales, tramos fluviales navegables, senderos y coberturas de la tierra, teniendo en cuenta la pendiente calculada con el modelo digital de terreno (resolución espacial de 90 metros) y su influencia sobre la velocidad de desplazamiento.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isocronas:

Tipo 1: Vías que conectan capitales departamentales.

Tipo 2: Vías que conectan cabeceras municipales.

Tipo 3: Vías que conectan veredas con cabeceras o veredas entre sí.

1. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Estas vías se obtuvieron de fuentes oficiales como el Ministerio de Transporte, la ANI, el Invias, el IGAC y de fuentes libres como *Open Street Maps*, se clasificaron en tipo según las definiciones del manual de diseño de carreteras del Invias y se le asignaron velocidades mediante muestreos de información por departamento a través de *Open Route Service* para viajes en automóvil, adicionalmente se realizó un ajuste a las velocidades para transporte de carga teniendo en cuenta la información obtenida del servicio *Sicetac* del MinTransporte.

Para completar la superficie de costos de desplazamiento a nivel nacional, se usaron los insumos de tramos fluviales y coberturas de la tierra a las cuales se les asignan unas velocidades de desplazamiento promedio a través de ellas.

Finalmente, con la capa de costos de desplazamiento nacional, se calcula un costo acumulado de desplazamiento desde diferentes puntos de interés en el territorio, obteniendo las isócronas, las cuales se clasifican en horas y representan las áreas de igual valor en tiempo a las cuales se puede llegar a la cabecera municipal, donde los centros de servicios se definen como los municipios que cuentan con una población mayor a treinta mil habitantes para el año 2022.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas	Aptitud
< 1	Alta (A1)
1 – 2	Media (A2)
> 2	Baja (A3)

Unidad de análisis

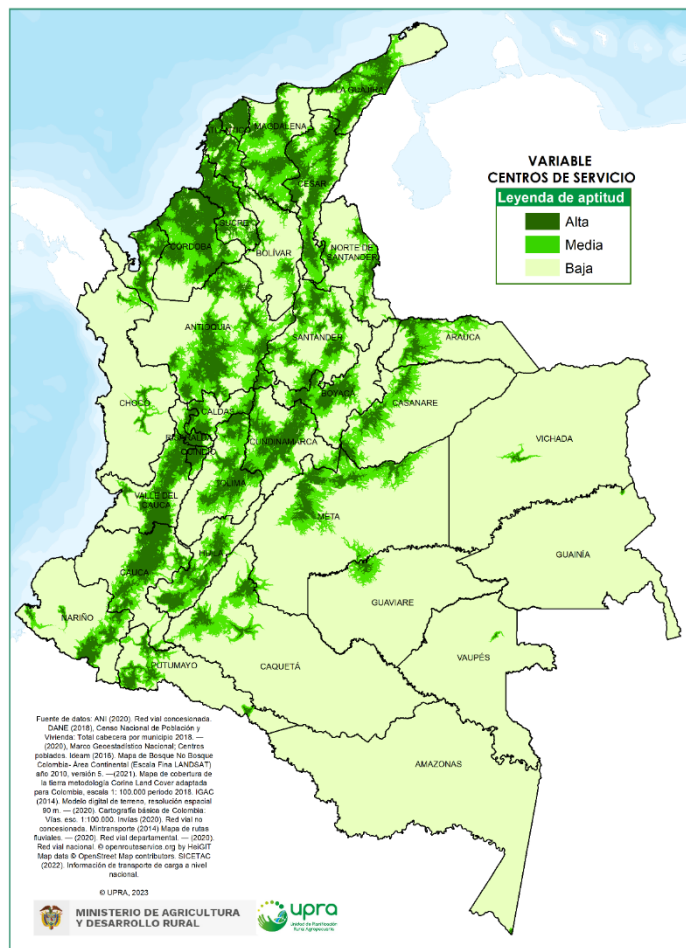
Tiempo de desplazamiento en horas



FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANI. (2020). *Red vial concesionada*. Bogotá: ANI.
- DANE. (2020). *Censo Nacional de Población y Vivienda – CNPV 2018*. Proyecciones de población 2018-2023, *Total municipal por área*. Bogotá.
- DANE. (2020). *Marco geoestadístico nacional, centros poblados*. Bogotá.
- IGAC (2014). *Método digital de terreno, resolución espacial 90 m*. Colombia: IGAC
- IGAC. (2020). *Cartografía básica de Colombia; vías, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- Invias. (2020). *Red vial no concesionada*. Bogotá: Invias.
- MinTransporte (2014). *Mapa de tramos fluviales*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial departamental*. Bogotá: MinTransporte
- MinTransporte. (2020). *Red vial nacional* Bogotá: MinTransporte
- SICETAC. (2020): *información de transporte de carga a nivel nacional*, © *openrouteservice.org by HeiGIT Map data © OpenStreet Map contributors*. Bogotá: MinTransporte.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.4.3. Variable vías

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico.	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura, bienes y servicios</i>		
VARIABLE: <i>vías</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Buffer	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Estructura diseñada para el tráfico de vehículos, personas y animales que establece la conexión entre poblados, comunidades urbanas y sitios de interés. Se clasifican en seis tipos y deben cumplir con características de estado de superficie, número de carriles y accesibilidad (IGAC, 2020).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Entrega una referencia de la ventaja de tener acceso a la malla vial nacional, que facilitara la movilidad de los insumos para la instalación de colonias y sobre todo para su transporte al momento del aprovechamiento, considerándose así más competitivas las áreas colindantes y hasta unas distancias operativamente representativas para la actividad apícola al ofrecer condiciones más propicias para su desarrollo.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La cartografía básica con la que se trabaja puede no tener la actualización necesaria, para reflejar el verdadero estado de las vías y por ende podría no contarse con el detalle que garantice la óptima información para la construcción de la misma.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Precisiones de la información Este mapa contiene las vías, clasificadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y el INVIAS de la siguiente manera, hasta la categoría 5.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Vía primaria</i>. Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de 		



Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto. Carretera pavimentada con revestimiento duro (concreto) o flexible (asfalto). Transitable durante todo el año.

2. *Vía secundaria.* Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria. Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o afirmado. Son vías transitables todo el año.
3. *Vía terciaria.* Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias.
4. *Placa huella.* Presenta un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular.
5. *Camino.* Sendero de adecuación vial generalmente rural, por el cual transitan principalmente peatones y animales. La superficie no tiene pavimento ni afirmado.

1 Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se tomó como base la información de la estructura vial nacional del IGAC, con su correspondiente clasificación, según las características de las vías que allí se identifican sobre el territorio. Estas son tomadas como origen de la construcción de buffer, que se determinaron teniendo como base el tipo de vías según su clasificación y se determinó una distancia que oscila entre 500 y 1000 metros, distancias determinadas teniendo en cuenta especialmente los predios ubicados en pendientes pronunciadas que requieren de utilizar infraestructuras para movilizar los productos del interior del predio a las vías principales para su traslado a plantas de transformación y/o comercialización, en cuanto los predios con pendientes planas, no tendrían este tipo de restricciones por lo que necesariamente se incluyen en las distancias definidas para los que cuentan con mayores limitantes.



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).

Buffer	Aptitud
Vías tipo 1 al 4 con buffer de 500 m a las vías	Alta (A1)
Vías tipo 1 al 5 con buffer de 1000 m a las vías	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

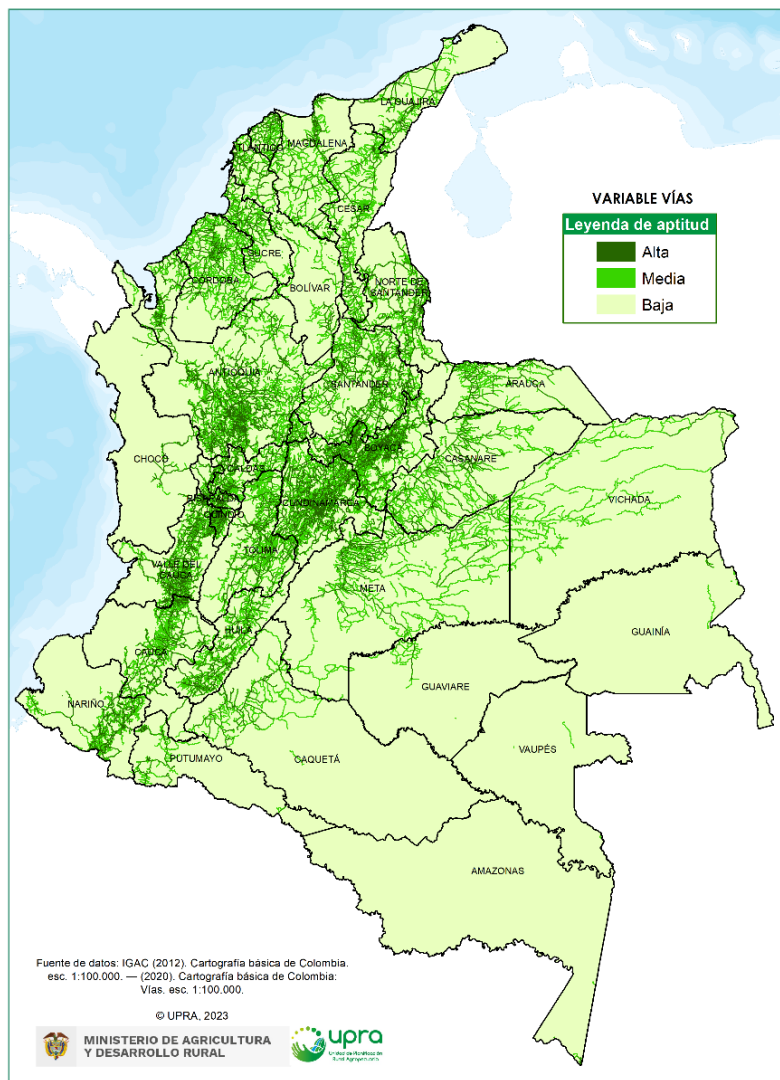
Unidad de análisis

Buffer

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). Cartografía básica de Colombia, vías. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.4.4. Variable cobertura de internet móvil

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		Producción comercial apícola
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: Económico
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura, bienes y servicios</i>		
VARIABLE: <i>cobertura de internet móvil</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tecnología y número de antenas/10 km ²	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante legal	
	Restricción técnica	
	Exclusión legal	
DEFINICIÓN		
Área geográfica en la que se dispone del servicio de internet para realizar llamadas de voz y utilizar datos móviles para navegar.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La creciente necesidad de comunicación en tiempos más cortos y entre puntos remotos, ha posicionado la comunicación móvil como la principal forma de intercambio y tránsito de datos de forma inalámbrica, lo que permite a las comunidades acceder de forma más inmediata a información que, en algunos casos, puede advertir sobre alguna situación de emergencia en una zona determinada, comunicar y compartir datos gráficos y alfanuméricos, realizar planeación territorial gracias al acceso a datos de geolocalización, entre otros diversos usos de consulta que optimizan y contribuyen a la mejora de procesos, productos y servicios, generando ofertas tecnológicas específicas para la apicultura en plataformas virtuales.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
La elección del ancho de banda de Kernel responde a criterios cartográficos, entendiéndose que, a mayor ancho de banda, los resultados son más suavizados y generalizados y a menor ancho de banda, hay mayor detalle en el mapa.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
1. Información: Agencia Nacional de Espectro. (2020). Espectro del cubrimiento del servicio móvil. MinTIC. (2021). Cobertura municipal del servicio móvil de los proveedores de redes y servicios		



2. Precisiones de la información

Para el desarrollo de esta variable, se establecieron las siguientes subvariables:

a. Subvariable *Densidad de antenas activas para cubrimiento de servicio móvil*, se construyó a partir de los siguientes insumos:

Insumo *módulo de cubrimiento (Servicio móvil)*, para la construcción, se siguieron los siguientes pasos:

- Se tomó como punto de partida la información disponible mediante descarga del cubrimiento de antenas de servicio móvil disponible en el Visor de Espectro a cargo de la Agencia Nacional de Espectro.
- Se realizó la consulta del cubrimiento para todo el país, obteniéndose una base de datos espacializable con 39.508 registros con 14 atributos como son ID estación, tipo, banda, frecuencia, potencia, altura, departamento, municipio, coordenada, entre otros.

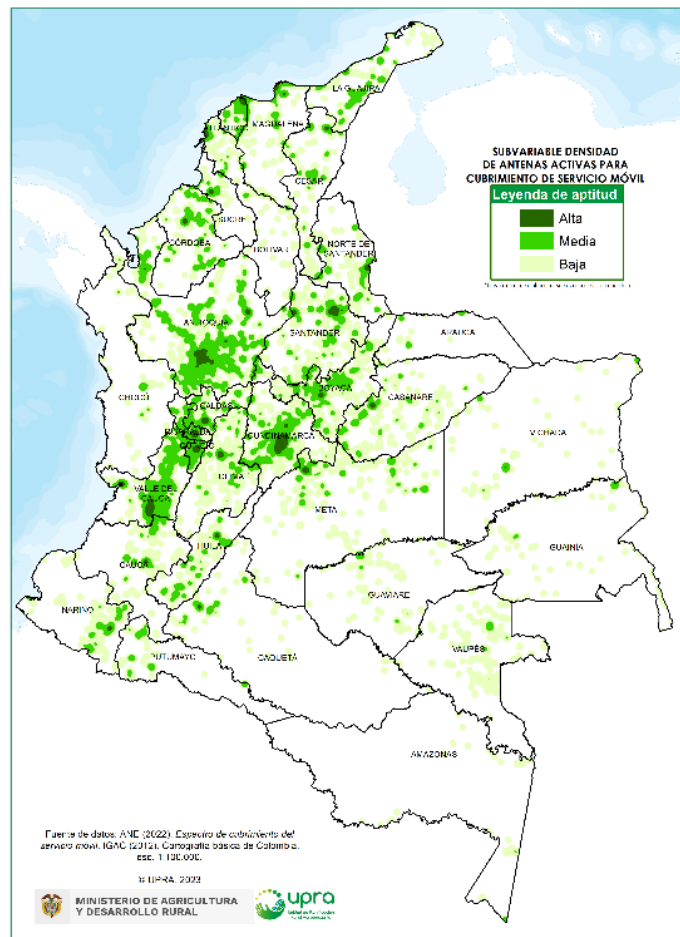
El objetivo de esta subvariable es obtener la distribución de densidad de antenas en el territorio nacional, para ello se realizó una depuración de la información con el objetivo de identificar los lugares en los cuales se reporta más de una antena y se procedió a realizar un conteo numérico de las antenas presentes en un mismo sitio, con el objetivo de conformar una base de datos y obtener el parámetro de población para realización de un análisis de densidad apropiado. Con tal análisis y distribución se procedió a realizar un análisis de densidad de Kernel o mapa de calor con el objetivo de obtener una distribución de las antenas en el territorio colombiano. Se utilizaron los parámetros: población y ancho de banda de Kernel de 10 km².

- Los valores de densidad de antenas se estimaron mediante una clasificación por intervalos geométricos, obteniéndose la siguiente tabla:

Densidad de antenas de servicio móvil	Rango	Calificación
Alto	HSPA y LTE > 2 antenas	A1
Medio	Tecnología 3G < 2 antenas	A2
Bajo	Sin cobertura	A3



- Se generó la siguiente salida gráfica.



- b. Subvariable *Tipo de cobertura móvil*, Se construyó a partir de los siguientes insumos:

Informe trimestral de las TIC

Se siguieron los siguientes pasos:

- Para la construcción de esta variable se tomó como punto de partida la información disponible mediante descarga de la tabla 16 del informe trimestral de las TIC, el cual contiene la información de cobertura del servicio móvil desagregada por municipio/centro y por tipo de tecnología y/o generación móvil (2G, 3G, HSPA y LTE).
Con dicha información se realizó el enlace de información a la capa de centros poblados del DANE (2021), posteriormente se halló el centroide de cada centro poblado con el objetivo de realizar un análisis de densidad apropiado, y se eligió

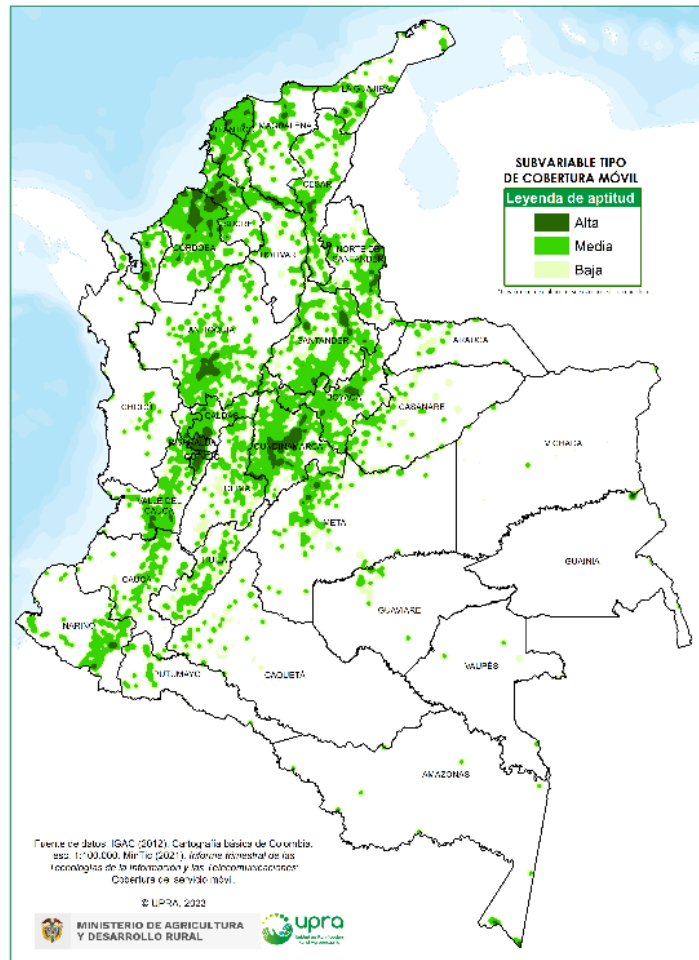


la densidad de Kernel o mapa de calor con la finalidad de obtener una distribución del cubrimiento nacional por tipo de tecnología. Para el análisis de densidad de Kernel, se utilizaron los siguientes parámetros de población según la tecnología: A1=100, A2=50, A3=10; y ancho de banda de Kernel de 10 km².

- Los valores de densidad hallados se calificaron mediante una clasificación por intervalos geométricos de tres niveles:

Densidad de antenas de servicio móvil	Rango	Calificación
Alto	Tecnología HSPA y LTE	A1
Medio	Tecnología 3G	A2
Bajo	Tecnología 2G – Sin cobertura	A3

- Se generó la siguiente salida gráfica.





3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para generar el mapa de la variable, se realizó una integración de las dos subvariables expuestas anteriormente mediante una matriz de ponderación aritmética con pesos 70/30, en el cual la subvariable tipo de cobertura móvil reporta un peso del 70 % y la subvariable densidad de antenas activas para cubrimiento de servicio móvil reporta un peso del 30 %.

	Densidad de antenas activas para cubrimiento de servicio móvil (30 %)			
		A1	A2	A3
Tipo de cobertura móvil (70 %)	A1	A1	A1	A2
	A2	A1	A2	A3
	A3	A2	A3	A3

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).

Tecnología y número de antenas/10 km ²	Aptitud
HSPA y LTE, > 2	Alta (A1)
3G, < 2	Media (A2)
Sin cobertura	Baja (A3)

Unidad de análisis

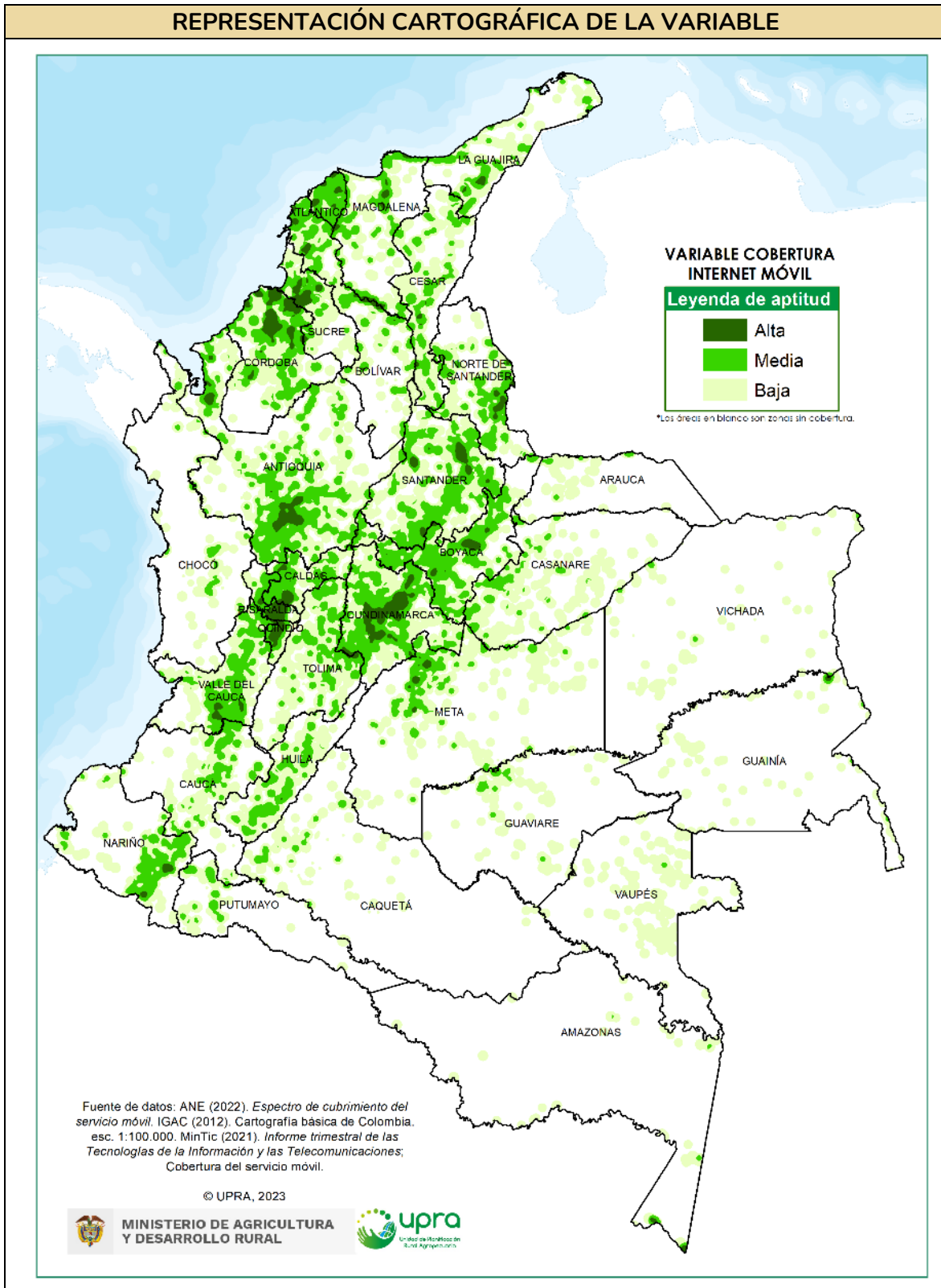
Tecnología y número de antenas / 10 km²

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANE. (2022). *Espectro del cubrimiento del servicio móvil*. Obtenido de <https://espectro-co.ane.gov.co/> en el módulo Cubrimiento – visor del espectro cubrimiento.x
- IGAC. (2012). *Cartografía básica de Colombia. Esc 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- MinTic. (2021). *Informe trimestral de las Tecnologías de la información y las Telecomunicaciones*. Cobertura del servicio móvil. Recuperada de <https://www.colombiatic.mintic.gov.co/679/w3-article-178487.html>.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.4.5. Variable energía eléctrica rural

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: <i>infraestructura, bienes y servicios</i>		
VARIABLE: <i>energía eléctrica rural</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Nivel de favorabilidad de los municipios (unidad)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	✓
	Condicionante legal	
	Exclusión técnica	
	Restricción legal	
DEFINICIÓN		
Representa las condiciones en las que se presta el servicio público de energía eléctrica en un municipio. Este servicio abarca la generación, comercialización, interconexión, transmisión y transporte desde generadores regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida la conexión y la medición.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
En la actividad apícola el servicio eléctrico es importante para impulsar los motores y maquinaria utilizada para la transformación y demás labores derivadas, como el proceso de deshidratación para la obtención del polen. El cubrimiento de este servicio orienta a los agentes económicos en sus decisiones de inversión sobre las áreas rurales del país donde se cuenta con condiciones de acceso por cobertura, tipo sistema de transmisión y tarifa media.		
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		
En el Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios (SUI) se encuentra la información para las Zonas interconectadas y mixtas, no obstante, no reporta información para las zonas no interconectadas (ZNI), dicha información de las ZNI se encuentra a cargo del Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas (IPSE). La información de las dos instituciones no cuenta con los mismos parámetros y estándares de presentación en los campos de información, lo cual en ocasiones dificulta la unión y el procesamiento de la información a nivel nacional.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		



1. Información:

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Sistema Único de Información (SUI). 2022. Reportes comerciales del servicio de energía por municipio y departamento.

Unidad de Planificación Minero Energética (UPME). 2018. "Índice de cobertura de energía. SUI. 2019. Metodología y resultados de la estimación del Índice de cobertura de energía eléctrica – ICEE-. Bogotá D.C.

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas (IPSE). 2020. Estado de la prestación del servicio de energía en zonas no interconectadas.

2. Precisiones de la información

Para el desarrollo de esta variable, se establecieron las siguientes subvariables:

Subvariable Índice de Cobertura de Energía Eléctrica Resto

El *Índice de cobertura de energía eléctrica resto (ICEE)* fue considerado como subvariable debido a que presenta un panorama del estado de cobertura de energía eléctrica, considerando criterios técnicos básicos para las diferentes alternativas de prestación del servicio. Para el caso específico de esta subvariable se tuvieron en cuenta los datos de ICEE resto, entendiéndose como resto las zonas rurales se encuentran ubicadas geográficamente a una distancia significativa respecto de las zonas urbanas.

De acuerdo con la metodología y resultados de la estimación del ICEE publicada por la UPME (Unidad de Planeación Minero-Energética) en el 2018, el ICEE se estima como la relación entre las viviendas con servicio «Usuarios» y el total de viviendas, discriminando los usuarios ubicados en la cabecera municipal o urbanos de los ubicados en el resto o zona rurales de cada sitio, municipio, o departamento:

$$ICEE_{t,i} = \frac{Usuarios_{t,i}}{Viviendas_{t,i}} \times 100\%$$

t = período de tiempo calculado
i = ubicación departamento, municipio, sitio

En el marco de la metodología de cálculo de este índice, se entiende una vivienda como un inmueble con uso residencial y usuario corresponde a las viviendas clasificadas en el sector residencial, que tienen la infraestructura eléctrica disponible, independiente de su condición comercial, la cantidad de horas de servicio o si el servicio se presta a través del Sistema interconectado nacional (SIN) o mediante soluciones aisladas –Zonas no interconectada (ZNI). (UPME 2019).



3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado a que se encontraron más del 5 % de datos atípicos, la decisión es utilizar el método de K-Medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud

Se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por (MacQueen 1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en dos, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

- a. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
- b. De manera inicial se divide en 3 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
- c. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
- d. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 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 clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

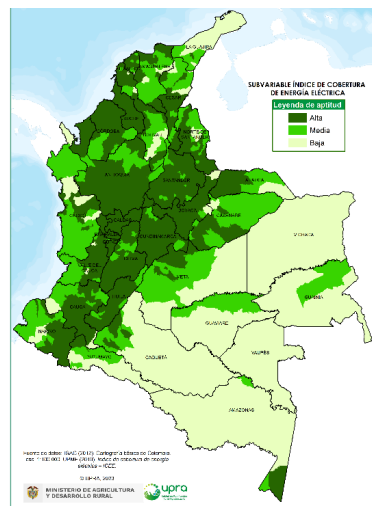
- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clústeres (cohesión y separación).

Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la sub variable índice de cobertura de energía eléctrica, el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud	Cobertura por municipio (%)
Alta (A1)	>81,6
Media (A2)	46,3 - 81,6
Baja (A3)	<46,3

A continuación, se presenta el resultado de la subvariable índice de cobertura de energía eléctrica resto





Subvariable *Sistema de transmisión de energía eléctrica.*

El sistema de transmisión de la energía eléctrica en Colombia se da mediante dos tipos, el primero y más estable se denomina Sistema Interconectado Nacional (SIN), el cual según la Ley 143 de 1994 se define como "Sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: las plantas y equipos de generación, la red de interconexión, las redes regionales e interregionales de transmisión, las redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios"; el SIN está conformado por todas las líneas de transmisión de energía y subestaciones que hay en el país, medios a través de los cuales se transporta la energía desde las centrales de generación hasta los pueblos y ciudades en donde es consumida. Al estar integrada toda la cadena productiva de la energía en este sistema se garantiza que todas las regiones del país reciban el servicio de energía las 24 horas del día, todo el año (CELSIA, 2019).

El segundo se denomina *Zonas no interconectadas*, que como su nombre lo indica son áreas del país los cuales no poseen conexión al SIN, se caracterizan por presentar baja densidad poblacional, ubicación lejana de los centros urbanos y dificultad en el acceso; la integración de estas zonas al SIN presenta altos costos, haciéndose necesaria la prestación del servicio mediante la cogeneración por medio de plantas de energía a diésel, las cuales presenta elevados costos de combustible, operación y mantenimiento debido a las dificultades de transporte de combustible por su ubicación en zonas remotas, lo cual se traduce en altos costos del servicio de energía por kW/h (RAPE, 2020).

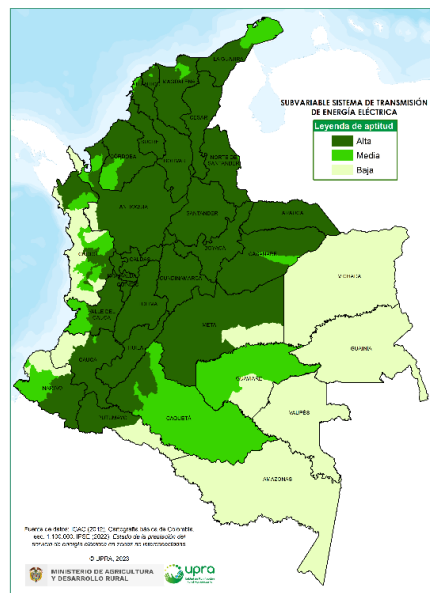
Para la construcción de la variable se realizó la construcción de un listado unificado con la información del Sistema único de información de servicios públicos domiciliarios (SUI), sistema que reporta los municipios que pertenecen al Sistema interconectado nacional (SIN), así como la información de los municipios reportados por el Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no interconectadas (IPSE), entidad encargada de reportar los municipios pertenecientes al sistema de transmisión de Zonas no interconectadas (ZNI). Al presentarse el caso de reporte de municipios en los dos sistemas de información (mixtos) se corroboró que tales municipios presentan zonas con servicio eléctrico pertenecientes al SIN, así como zonas con servicio eléctrico vinculadas a las ZNI.

Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la sub variable sistema de transmisión de energía eléctrica, el resultado fue el siguiente:

Aptitud	Municipios
Alta (A1)	Totalidad de su área perteneciente al SIN
Media (A2)	Mixtos, con áreas pertenecientes al SIN y a ZNI
Baja (A3)	Totalidad de su área perteneciente al ZNI



A continuación, se presenta el resultado de la subvariable *sistema de transmisión de energía eléctrica*:



Subvariable *tarifa media rural no residencial de energía eléctrica*.

Las tarifas en el contexto de servicios públicos domiciliarios se entienden como la “valoración fijada a los productos de servicios públicos, cuyo insumo para su cálculo es generado por una entidad regulatoria (Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico (CRA), Comisión de regulación de energía y gas (CREG) por ejemplo)” (EPM 2021). En este sentido, la tarifa media rural residencial, se refiere a la tarifa promedio que es cobrada a los usuarios del servicio de energía eléctrica en el ámbito rural y que pertenecen al sector residencial.

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado a que se encontraron más del 5 % de datos atípicos, la decisión es utilizar el método de k-medias.

- **Clasificación de los municipios por aptitud**

Se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-Medias.



El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i,j) > d(i,k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por (MacQueen 1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

- a. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
- b. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
- c. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
- d. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 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 clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

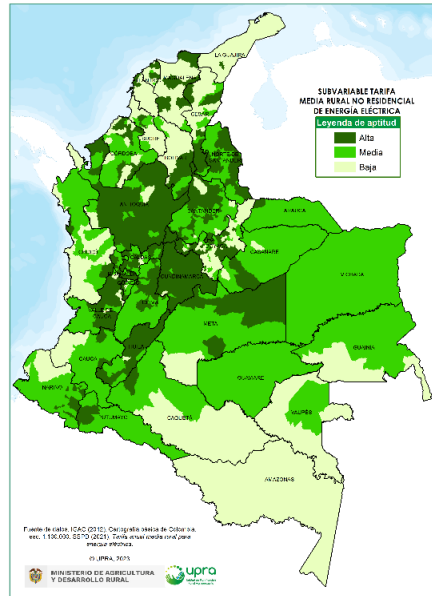
La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).



Al realizar el procedimiento anteriormente descrito para la sub variable *tarifa media rural no residencial*, el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera:

Aptitud	COP\$/ kilovatio
Alta (A1)	< \$ 411 por kilovatio
Media (A2)	entre \$ 411 y \$ 524 por kilovatio
Baja (A3)	>\$1.027 por kilovatio

A continuación, se presenta el resultado de la Sub variable *tarifa media rural no residencial*:



Para generar el mapa de la variable e integrar los resultados de las subvariables, se realizó una integración de las tres subvariables expuestas anteriormente mediante árbol de decisión con ponderación aritmética igualitaria de las subvariables y dos cortes por sumatoria, donde se evalúa la favorabilidad en el acceso al servicio público de energía eléctrica rural.

Esto significa que los valores categóricos de cada subvariable se convierten en valores computables de la siguiente forma, A1 equivale a un valor de 3 puntos, A2 equivale a un valor de 2 puntos y A3 equivale a un valor de 1 punto. De esta forma se ponderan y agregan los resultados de cada subvariable para cada municipio y dicha sumatoria se contrasta para asignar los niveles de aptitud de la variable *energía eléctrica rural*.

Aptitud	Puntuación	Descripción
A1	> 7	Municipios con más de 81,65 % de cobertura, conectados al SIN y con tarifa media rural inferior a \$ 411 por kilovatio



A2	5 – 7	Municipios entre 46,32% y 81,65% de cobertura, con áreas pertenecientes al SIN y a ZNI y con tarifa media rural inferior entre \$ 411 y \$ 524 por kilovatio
A3	< 5	Municipios con menos de 46,32% de cobertura, pertenecientes al ZNI y con tarifa media rural superior a \$1.027 por kilovatio

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Calificación del índice de prestación del servicio de energía eléctrica rural.

Nivel de favorabilidad (unidad)	Aptitud
Municipios > 7	Alta (A1)
Municipios 5 – 7	Media (A2)
Municipios < 5	Baja (A3)

Unidad de análisis

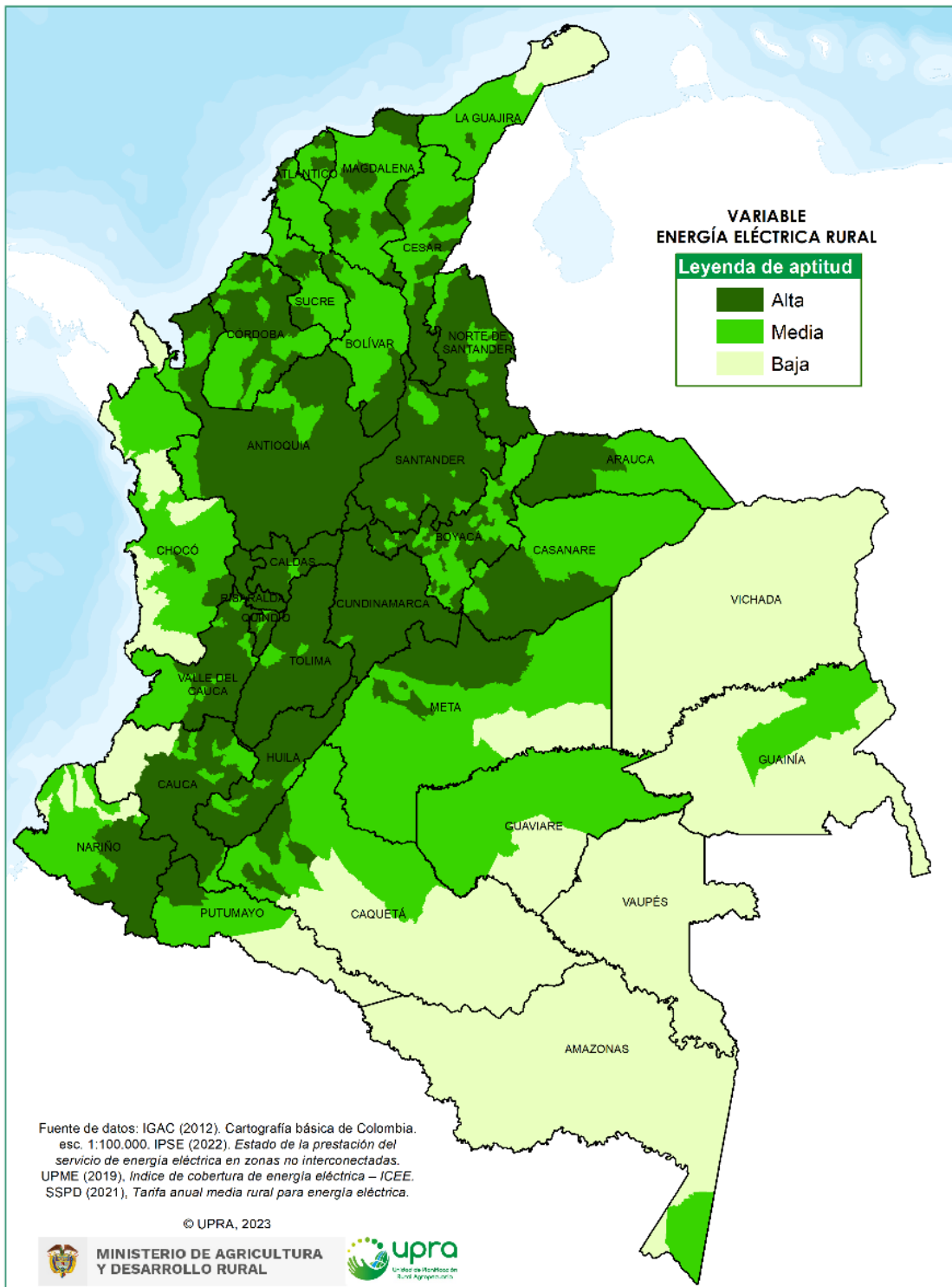
Nivel de favorabilidad (unidad)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Superintendencia De Servicios Públicos Domiciliarios. Sistema Único de Información (SUI). 2022. Reportes comerciales del servicio de energía por municipio y departamento. Bogotá. SUI.
- Unidad De Planificación Minero Energética (UPME). 2018. “Índice de cobertura de energía eléctrica ICEE - Resto. Bogotá. UPME
- Unidad De Planificación Minero Energética . 2019. Metodología y resultados de la estimación del Índice de Cobertura de Energía Eléctrica – ICEE-. Bogotá. UPME
- Instituto de planificación y promoción de soluciones energéticas para las zonas no Interconectadas (IPSE). 2020. Estado de la prestación del servicio de energía en zonas no interconectadas. Bogotá. IPSE
- IGAC. (2012). Cartografía base escala 1:100.000. Bogotá. IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.5 Criterio *dinámica del mercado de tierras*

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>dinámica del mercado de tierras</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Tamaño predial rural</i>, expresado en hectáreas.</p> <p><i>Avalúo catastral rural</i>, expresado en millones de pesos colombianos por hectárea.</p> <p><i>Arriendo rural</i>, expresado en miles de pesos colombianos por hectárea por año.</p> <p><i>Tendencia a la formalidad rural</i>, expresada en predios.</p> <p><i>Densidad predial con mayor interacción antrópica</i>.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Expone la situación de los municipios en cuanto a la dinámica de la tierra desde cuatro variables que permiten comprender la capacidad y los limitantes del acceso a la tierra para la producción apícola. Muestra el impacto del tamaño, el arriendo y el precio de los predios mediante el avalúo catastral como un proxi de la tendencia y la formalidad, con el fin de focalizar las posibles inversiones para acceder a la tierra en el desarrollo de la actividad. El mercado de tierras rurales se entiende cómo “el conjunto de transacciones o acuerdos libres de coerción, mediante las cuales se realiza el intercambio parcial o total sobre alguno o algunos de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios que no han sido objeto de exclusiones legales” (Resolución 0128 de 2017, MADR).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Permite orientar al productor o inversionista sobre las posibilidades de acceso a la tierra -a través de compra o arriendo- para el desarrollo rentable de la actividad productiva, además de entregar una presunción de predios que puedan brindar seguridad al acceso de derechos de propiedad, orientando a un nuevo actor, de sus posibilidades de acceso a tierra o a los ya propietarios con tierras insuficientes, para que puedan ampliar sus áreas productivas y ser más competitivos.</p>		



Un productor busca predios económicos, de un buen tamaño para la actividad, con formalidad jurídica y que no tenga la presión del cambio de uso a usos urbanos, buscando disminuir la posibilidad de incurrir en mayores costos de acceso a la tierra para desarrollar su actividad.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En el país no se dispone de información sobre precios comerciales del suelo, por lo que se debe acudir al avalúo catastral como un *proxi* que, a pesar de haber sido indexado a través de un índice para dejar todos los municipios en la vigencia 2020, parte de información desactualizada en la mayoría de estos.

Asimismo, la desactualización de la información catastral limita los análisis realizados de formalidad, ya que una de las fuentes de información son los registros 1 y 2 de los catastros nacionales, que deben ser interrelacionados con la información de la superintendencia de notariado y registro, la agencia nacional de tierras y la unidad administrativa especial de gestión de restitución de tierras despojadas.

También se limita por la existencia de zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por consiguiente, no hay información física, económica, ni jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos. Por otra parte, actualmente, no 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 cinco variables; posteriormente, teniendo en cuenta el software *PriEsT* (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:



Criterio	VARIABLES	Tamaño	Avalúo catastral rural	Densidad predial con mayor interacción antrópica	Arriendo rural	Tendencia a la formalidad rural	Ponderación de las variables (%)
<i>Dinámica del mercado de tierras</i>	<i>Tamaño predial rural</i>	1					41,2
	<i>Avalúo catastral rural</i>	1	1				34,7
	<i>Densidad predial con mayor interacción antrópica</i>	1/5	1/3	1			13,7
	<i>Arriendo rural</i>	1/7	1/5	1/3	1		6,7
	<i>Tendencia a la formalidad rural</i>	1/7	1/7	1/5	1/3	1	3,7

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
<i>Tamaño predial rural</i>	Hectáreas	>16,6	13,9-16,6	<13,9
<i>Avalúo catastral rural</i>	Millones de COP\$/ha	< 6	6 - 24	> 24 y predios en propiedad horizontal (PH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos
<i>Densidad predial con mayor interacción antrópica</i>	Predios (ha)	Resto	Predios colindantes dentro de un buffer entre 200 metros y 400 metros de las actividades antrópicas	Predios con actividades antrópicas y colindantes a estos dentro de un buffer de 200 metros
<i>Arriendo rural</i>	Miles de COP\$/ha/año	< 700	700 – 2.000	> 2.000
<i>Tendencia a la formalidad rural</i>	Predios	Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin información catastral, 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 y predios con inscripción en el RUPTA.

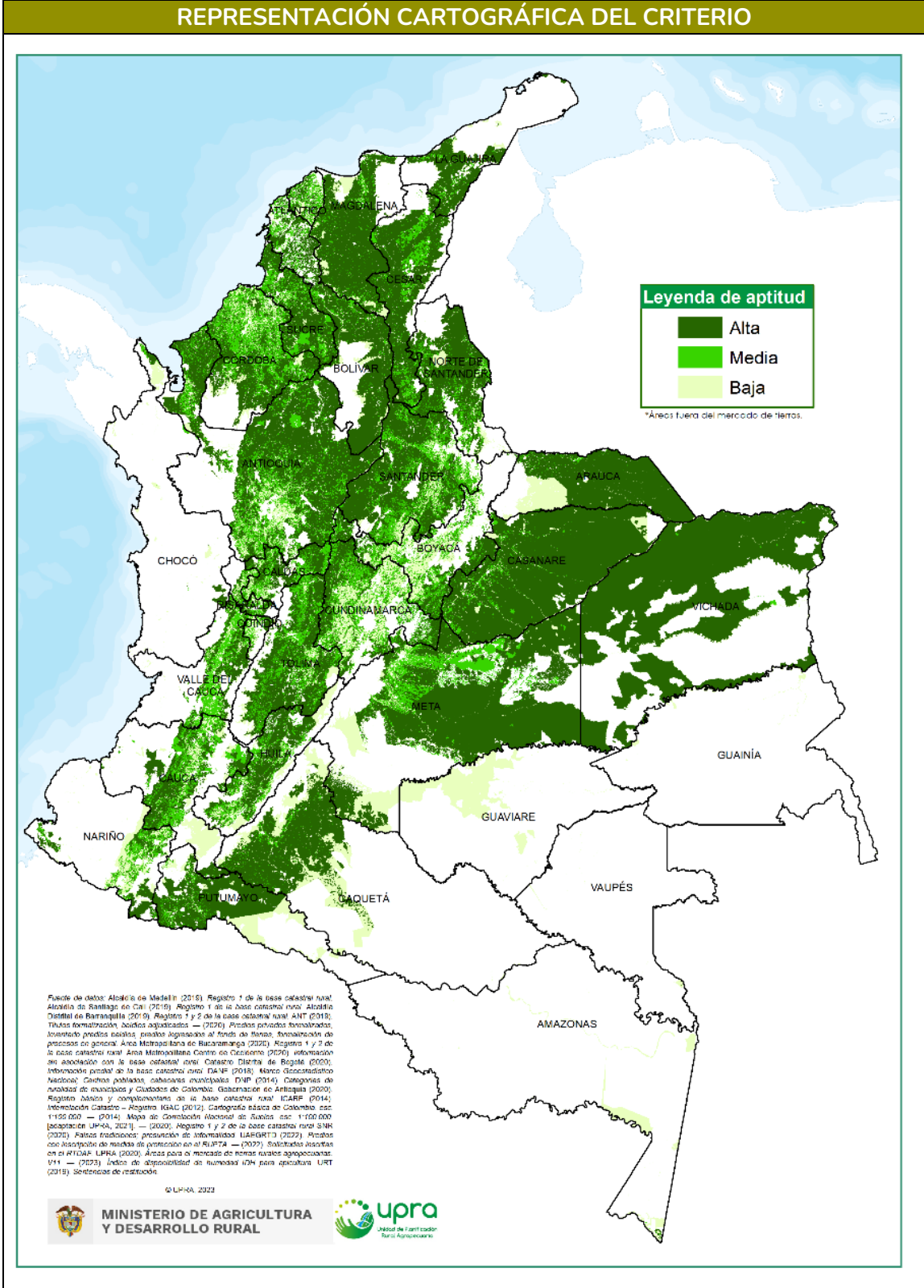


FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020) Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), Registro 1 de la base catastral rural.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.
- ANT. (2019). Títulos formalización, baldíos adjudicados, Bogotá: ANT.
- ANT. (2020), predios privados formalizados, inventario predios baldíos, predios ingresados al fondo de Tierras, formalización de procesos en general.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
- DANE. (2020). SIPSA. Sistema de información de precios. Datos de arriendo para actividades pecuarias. Bogotá: DANE.
- DNP (2014), Categorías de ruralidad de municipios y ciudades de Colombia.
- Gobernación de Antioquia. (2019). Predial Rural Antioquía.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2016). Base catastral, Registros 1 y 2.
- IGAC (2019). Base catastral, Registros 1 y 2.
- IGAC. (2014). ICARE, Interrelación catastro registro.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MinAgricultura). (2017). Resolución 128 de 2017.. Artículo 5. numeral 6. Recuperado de: <
<https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/POL%C3%8DTICA+DE+ORDENAMIENTO+PRODUCTIVO+Y+SOCIAL+DE+LA+PROPIEDAD+RURAL+%28RESOLUCI%C3%93N+128+DE+2017+DEL+MADR%29/af61b286-7e3e-447e-aebd-5c892b5bb407>>
- Minagricultura. (2017) Resolución 128 de 2017. “Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria”.
- SNR. (2020), Falsas tradiciones, presunción de informalidad. Bogotá: SNR
- UAEGRTD. (2022). Solicitudes de inscripción en el registro de Tierras despojadas y abandonadas forzosamente.
- UAEGRTD. (2022) Predios con inscripción de medida de protección en el RUPTA.
- UPRA. (2015). Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional. Bogotá: UPRA.
- UPRA. (2022). Clasificación de áreas para el mercado de Tierras rurales agropecuarias -V11. Bogotá: UPRA.
- UPRA. (2023). Mapa de apropiación de agua para Apicultura.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.5.1. Variable tamaño predial rural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO ASOCIADO: <i>dinámica del mercado de tierras</i>		
VARIABLE: <i>tamaño predial rural</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Hectárea (ha)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Superficie de terreno en rangos de tamaños prediales definidos según el comportamiento medio de la actividad apícola y las dimensiones apropiadas para una productividad competitiva. No tiene cuenta el espacio requerido por las colmenas, sino el espacio seguro tanto para las abejas como para las personas y animales en el entorno. Para efectos de la zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios en hectáreas, en una aptitud determinada, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural de cada municipio.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite que un nuevo actor o uno que tiene tierra insuficiente, pueda evidenciar dónde los tamaños prediales podrían ser apropiados para el desarrollo de la actividad productiva y dónde se dificultaría.</p> <p>Esta actividad requiere de extensiones prediales pequeñas, sin embargo, estos actores productivos tendrían que buscar una oferta inmobiliaria, que garantice una distancia segura entre las colmenas y las actividades antrópicas importantes de la zona.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC y de catastros descentralizados, que en muchos municipios del país están desactualizadas y en 80 de ellos no se cuenta con información catastral.</p> <p>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.</p>		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.

Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.

Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.

Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.

Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.

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

IGAC. (2020). Base catastral, registros 1 y 2.

2. Precisión de la información.

Para la definición del tamaño tipo de los predios rurales a nivel municipal, se tuvieron en cuenta únicamente los predios con destino económico agropecuario, sin ningún condicionante legal que impida su explotación económica y de propiedad privada.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta el cálculo de las áreas mínimas requeridas para que la actividad se realice de manera productiva, que además se comportan de manera representativa en el actual desarrollo de la actividad existente en el país, para lo cual se contó con el concepto de profesionales vinculados al proceso productivo y de especialistas quienes realizaron un ejercicio de costos que permitió determinar un área mínima necesaria para una producción rentable, partiendo de estas áreas se calculó un radio de 200 metros que permita aislar y propiciar una distancia segura tanto para las abejas como para actividades antrópicas continuas a las explotaciones apícolas, también se analizaron las bases prediales de donde se reportan colmenas, para evidenciar la representatividad de los tamaños calculados, se validaron los rangos propuestos en visitas de campo y finalmente se realizó la propuesta de las tres categorías de aptitud a partir de integración de toda la información consultada.

Adicionalmente, y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcaron los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V11, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado – restringido o prohibido efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes, definiendo las



áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias, como todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o pecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que limitan que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter inalienable. Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas constituidos
Áreas de reserva Ley 70 de 1993 - comunidades negras
Parques nacionales naturales (incluye las siguientes 6)
<ul style="list-style-type: none"> • Parques nacionales naturales • Área única natural • Santuario de flora • Santuario de flora y fauna • Vía Parque • Reserva natural
Parques regionales naturales
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
AMEM (Parques nacionales naturales)
Reservas forestales de la Ley 2 categoría A
Páramos no transformados antes de 2011 o que tienen traslape con otras figuras que prohíben las actividades agropecuarias
Bienes de uso público
Restricciones locales

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Predios (ha)	Aptitud
> 16,6	Alta (A1)
13,9 – 16,6	Media (A2)
< 13,9	Baja (A3)

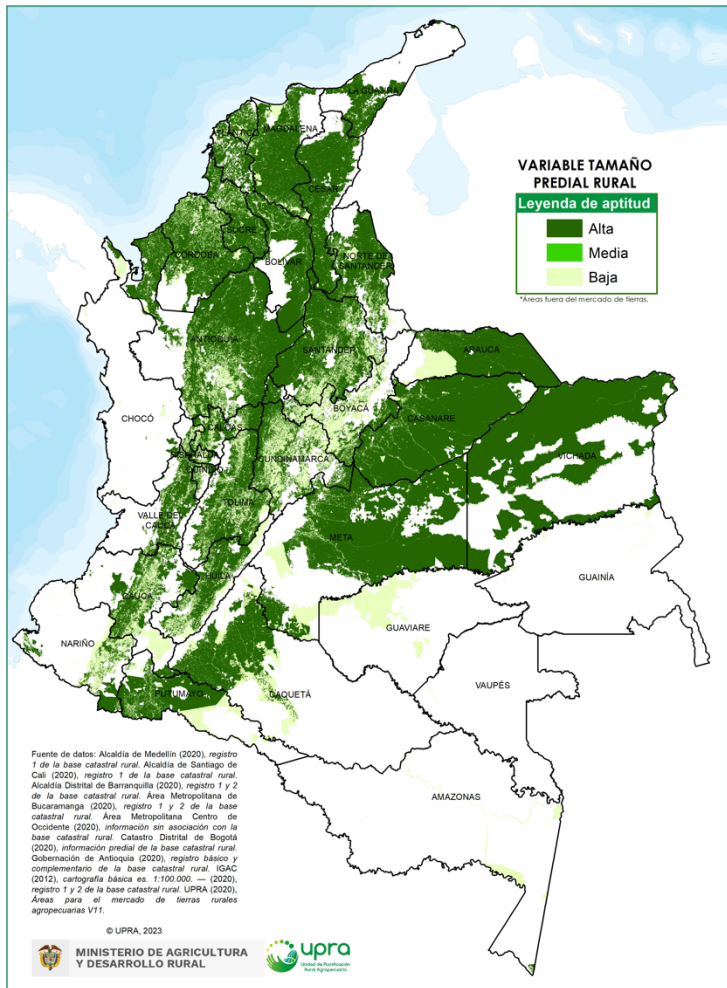


Unidad de análisis	Predios (hectáreas)
--------------------	---------------------

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla (2020), *Registro 1 y 2 de la base catastral rural.*
- Alcaldía de Medellín. (2020). *Base de datos catastral.*
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural.*
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). *Registro 1 y 2 base catastral rural.*
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). *Información sin asociación con la base catastral rural.*
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). *Información predial jurídica, física y económica.*
- Gobernación de Antioquia. (2020). *Información Predial Rural Antioquía.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). *Base Catastral, Registros 1 y 2.* Bogotá: IGAC.
- UPRA. (2022). *Clasificación de áreas para el mercado de Tierras rurales agropecuarias-V11.* Bogotá: UPRA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.5.2. Variable *avalúo catastral rural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>dinámica del mercado de tierras</i>		
VARIABLE: <i>avalúo catastral rural</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Millones de pesos (COP\$)/ha	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Determinación de una entidad pública competente del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados de forma independiente tanto para los terrenos como para las edificaciones (Resolución 070 de 2011, IGAC). Esta variable se utiliza como un proxy del precio comercial posible del intercambio de las tierras rurales por hectárea, en ausencia de la información sobre precios comerciales nacionales 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”. (Resolución 0128 de 2017, MADR).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la manera de acceder a la tierra, dado que a menores precios (representados por el avalúo catastral) se pueden disminuir los costos de producción (pago por rentas del suelo), lo que por ende permitirá a un productor ampliar su margen de competitividad.</p> <p>Por el contrario, los altos precios de la tierra originan barreras a la actividad apícola por ser más exigente la inversión inicial, generando mayores costos de transacción y de oportunidad, así como mayores pagos por impuesto.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

A la fecha, el país no cuenta con información compilada de precios comerciales del suelo a nivel nacional, por lo que se deben utilizar como un *proxi* de esta, los avalúos catastrales, que si bien es cierto no pueden dar una información directa de precios, si muestran una tendencia de estos. La UPRA, a 2023 cuenta con precios comerciales de referencia escala 1:100.000 para suelos rurales agropecuarios en 284 municipios del país, en 16 departamentos, que cubren aproximadamente 25 millones de hectáreas; sin embargo, la variable requiere cobertura nacional con la que aún no se cuenta.

La relación monetaria entre el valor catastral y el precio comercial es difícil de determinar ya que no hay información precisa del porcentaje de adopción entre el uno y el otro en los municipios del país. Adicionalmente, los avalúos catastrales rurales en su mayoría están muy desactualizados, lo que genera mayores brechas entre estos dos datos. Sin embargo, el valor catastral sí indica una tendencia del precio comercial, es decir muestra donde puede ser más costoso y donde puede ser más bajo el precio de la tierra.

En cuanto a la información catastral utilizada, está desactualizada en la mayoría de los municipios y existen zonas del país donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral. Por consiguiente, no se cuenta con información económica, física y jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, como lo reporta el IGAC en su estado de gestión catastral rural.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información:

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.

Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.

Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.

Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.

Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.

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

IGAC. (2020). Base catastral, registros 1 y 2.

2. Precisión de la información.

La determinación del valor catastral por hectárea se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno, ya que la información discriminada no fue entregada, obviando los valores de construcción, partiendo del supuesto que para los predios rurales agropecuarios tiene un peso muy bajo debido a la relación de área entre terreno y construcción.



3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Teniendo en cuenta que cada uno de los municipios del país tiene una vigencia de actualización catastral diferente, se indexaron todos los avalúos catastrales a 2020, a través de un índice departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias.

Con el fin de identificar el precio más favorable y el máximo, que un productor apícola 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 reporte de colmenas reportadas en el CNA, en los rangos establecidos para el mapa nacional de avalúos catastrales (realizado por la UPRA), identificando la mayor representación en cada uno de ellos, definiendo así unos cortes preliminares para esta variable.

Adicionalmente, se consultó a expertos inmobiliarios y se realizaron sondeos del mercado actual. Ya que esta información fue expresada en precios comerciales, se asume un porcentaje de correspondencia nacional entre los mismos del 60 %, para proceder a la comparar con apoyo en lo indicado en el decreto 148 de febrero de 2020, artículo 2 numeral 22211.

Rangos de avalúos del mapa nacional.

Color	Rango
	Menor a 0,5
	Entre 0,5 hasta 1
	Entre 1 hasta 5
	Entre 5 hasta 10
	Entre 10 hasta 15
	Entre 15 hasta 20
	Entre 20 hasta 25
	Entre 25 hasta 30
	Entre 30 hasta 35
	Entre 35 hasta 40
	Entre 40 hasta 50
	Entre 50 hasta 60
	Entre 60 hasta 70
	Entre 70 hasta 80
	Entre 80 hasta 90
	Entre 90 hasta 100
	Mayor que 100



4. Clasificación por aptitud.

Basados en los análisis de la información anterior se establecen los rangos propuestos de aptitud. Se adicionaron a la clasificación de aptitud baja (A3), todos aquellos predios que en las bases catastrales tiene los atributos de destino y uso mencionados en la siguiente tabla, con el fin de evidenciar a partir de esta información la presión que ejercen en el precio de la tierra los usos distintos a los agropecuarios que se desarrollan en zonas rurales generalmente suburbanas, reglamentadas dentro de los planes de ordenamiento territorial de cada municipio.

a. Predios rurales en propiedad horizontal (PH) y condominios.
b. Predios rurales con destino económico industrial, comercial y recreacional.
c. Predios rurales cuyas construcciones tengan uso bodegas comerciales, hoteles en PH, comercio, hoteles, clubes-casinos, pensiones y residencias, centros comerciales y vivienda recreacional.

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcaron los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V11, clasificándolos en 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, como todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o pecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que limitan que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter inalienable.

Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas constituidos
Áreas reserva Ley 70 de 1993 - comunidades negras
Parques nacionales naturales (incluye las siguientes 6)
<ul style="list-style-type: none"> • Parques nacionales naturales
<ul style="list-style-type: none"> • Área única natural



• Santuario de flora
• Santuario de flora y fauna
• Vía parque
• Reserva natural
Parques regionales naturales
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
AMEM (Parques nacionales naturales)
Reservas forestales de la Ley 2 categoría A
Páramos no transformados antes de 2011 o que tienen traslape con otras figuras que prohíben las actividades agropecuarias
Bienes de uso público
Restricciones locales

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Millones COP\$ /ha	Aptitud
< 6	Alta (A1)
6 - 24	Media (A2)
> 24 y predios en propiedad horizontal (PH y condominio) y con destinos económicos industriales, comerciales y recreativos.	Baja (A3)

Unidad de análisis

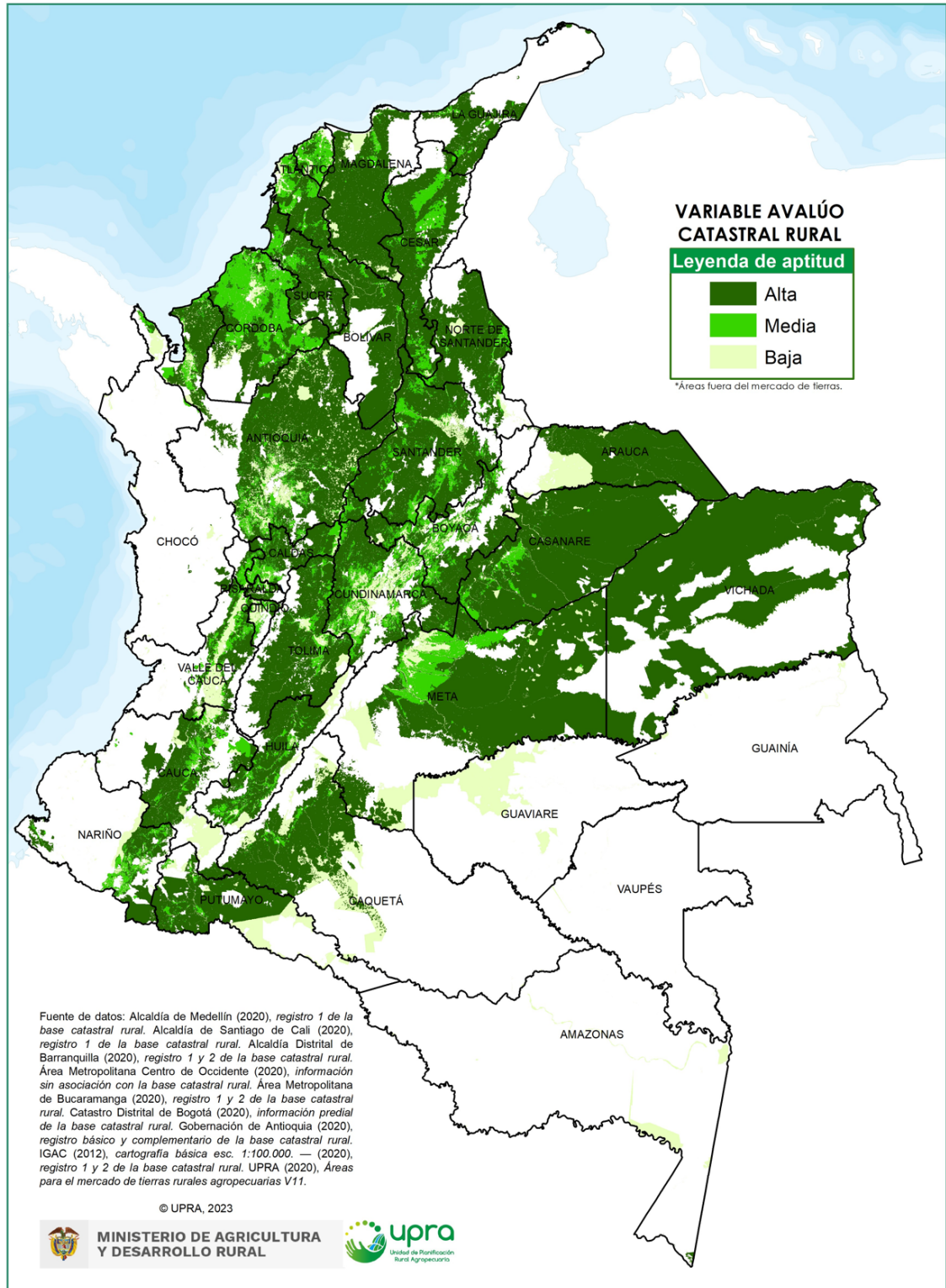
Millones de COP\$ /ha

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). *Registro 1 y 2 de la base catastral rural*.
- Alcaldía de Medellín (2020), *Base de datos catastral*.
- Alcaldía de Santiago de Cali (2020), *Registro 1 de la base catastral rural*.
- Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). *Registro 1 y 2 base catastral rural*.
- Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). *Información sin asociación con la base catastral rural*.
- Catastro Distrital Bogotá (2020). *Información predial jurídica, física y económica*.
- Gobernación de Antioquia (2020). *Información Predial Rural Antioquía*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). *Base Catastral, Registros 1 y 2*. Bogotá: IGAC.
- MinAgricultura. (2017). *Resolución 128 de 2017*. «Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los Lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria». *Artículo 5, numeral 6*. Bogotá:
- IGAC. (2011). Resolución 0070 de 2011. «Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral».
- UPRA. (2022). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias-V11*. Bogotá: UPRA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.5.3. Variable arriendo rural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>dinámica del mercado de tierras</i>		
VARIABLE: <i>arriendo rural</i>	Unidad de medida: Miles de COP\$/ha/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Valor del pago en dinero o en especie, como miel, polen u otro producto, establecido de manera conjunta, por el propietario, quien concede el goce de un predio por un tiempo definido, y el arrendatario, quien paga por este goce un precio en un tiempo determinado.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite estimar el valor del uso del suelo, como factor de costos para el desarrollo de la actividad apícola. El arriendo tiene gran importancia como uno de los aspectos más relevantes dentro del desarrollo de la actividad productiva, ya que facilita el acceso a la tierra sin realizar grandes inversiones en compra de predios.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>En la actualidad el país no cuenta con información organizada, georreferenciada y publica de cobertura nacional, contando únicamente con la información de referencia de arriendos recogida por el DANE, a través del SIPSA.</p> <p>Dentro de la información de factores de producción, cuenta con 7504 datos, ubicados en 150 municipios que corresponden a 22 departamentos, levantados en el periodo 2013-2022, siendo esta cobertura una de las mayores limitantes de la variable, en ausencia de más información relacionada con el tema.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información. El DANE tiene como una de sus funciones, brindar información básica para la toma de decisiones en todos los sectores de la economía. El SIPSA es el encargado de</p>		



informar los precios mayoristas de los productos agroalimentarios que se comercializan en el país, así como la información de insumos y factores asociados a la producción pecuaria y el nivel de abastecimiento de alimentos en las ciudades.

2. 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)

3. 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 esto 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 más bien con la rentabilidad del producto para la cual se requiere.

En el país es común que esta actividad se realice bajo esta figura de acceso a tierra; dado que se requiere de un área muy pequeña para la instalación de las colmenas sin embargo por temas culturales se suele guardar una distancia de seguridad que garantice que las colmenas estén retiradas de actividades antrópicas importantes y es más por esta última que se cancela en canon, también es importante indicar que existen en general otros mecanismos de acceso a tierra como los contratos de asociación en participación que permite al productor y al dueño de la tierra realizar esta actividad productiva a cambio de bienes futuros, que se materializan en una participación en las utilidades.

4. Clasificación por aptitud.

El proceso para la clasificación por aptitud se realizó de la siguiente manera. Se tomó como base de la información económica los arriendos del SIPSA para el año 2022, con el fin de determinar el comportamiento del pago del arrendamiento para actividades pecuarias, expresado en año/ha. Sin embargo, se resalta que para esta actividad el valor se paga más que por el área por el aislamiento de esta con relación a otros usos ya que la requerida para la actividad en estricto sentido es muy pequeña aproximadamente 1 m² por colmena. Por ello se realizó un cálculo en donde como área arrendada para el uso se consideraron 2800 m² y se encontró la equivalencia



del valor pagado por hectárea, teniendo como base rangos de valor pagados por dicha utilización de entre 200 y 600 mil pesos por año que son los indicados por productores y concededores de la actividad.

A través de la depuración de los datos se construyeron rangos, que permitieran varias opciones de agrupación en los tres rangos de aptitud, con el fin de reflejar de la mejor manera el comportamiento específico para el arriendo de la producción apícola. Estos rangos se clasificaron en aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), teniendo como base los valores de arriendo determinados con el experto y los productores visitados en las validaciones realizadas en territorio.

Se tomaron de la base del SIPSA, todos los datos de arriendos para actividades pecuarias, unificándolos en hectárea por año. Posteriormente, se realizó el proceso de definición de rangos para todos los municipios reportados en SIPSA, construyendo como resultado del análisis de estos, 18 rangos relacionados directamente con los datos reportados de pendiente y agua, los cuales se muestran a continuación:

No.	Rangos de valor de arriendo anual en COP\$/ha	
1.1.1	Hasta \$200.000	
1.1.2	Mayor que \$ 200.000	Hasta \$300.000
1.2.1	Mayor que \$300.000	Hasta \$400.000
1.2.2	Mayor que \$400.000	Hasta \$500.000
2.1.1	Mayor que \$500.000	Hasta \$600.000
2.1.2	Mayor que \$600.000	Hasta \$700.000
2.1.3	Mayor que \$ 700.000	Hasta \$ 800.000
2.1.4	Mayor que \$800.000	Hasta \$900.000
2.1.5	Mayor que \$900.000	Hasta \$1.000.000
2.2.1	Mayor que \$1.000.000	Hasta \$1.200.000
2.2.2	Mayor que \$1.200.000	Hasta \$1.500.000
3.1.1	Mayor que \$1.500.000	Hasta \$2.000.000
3.1.2	Mayor que \$2.000.000	Hasta \$2.500.000
3.2.1	Mayor que \$2.500.000	Hasta \$3.000.000
3.2.2	Mayor que \$3.000.000	Hasta \$3.500.000
4.1.1	Mayor que \$3.500.000	Hasta \$ 4.000.000
4.1.2	Mayor que \$4.000.000	Hasta \$ 4.500.000
4.1.3	Mayor que \$4.500.000	

Para realizar la georreferenciación de los datos y basados en los datos originales se



realizaron las siguientes clasificaciones: Para los datos relacionados con la pendiente, se estandarizó la clasificación de SIPSA con la del IGAC, para así poder tener su equivalencia con las fases de pendiente del mapa correlacionado de suelos del IGAC de la siguiente manera (IGAC, 2014):

Dato SIPSA	Clasificación final
Plano	Pendiente del (0-7) fases (a-b)
Plano inclinado	Pendiente del (7-12) fase (c)
Inclinado ondulado	Pendiente del (12-25) fase (d)
Quebrado pendiente	Pendiente mayor del (25) fases (e-f-g)

Para los datos relacionados con el agua, se realizó una equivalencia con la clasificación de aptitud del mapa de IDHc para apicultura realizado por el equipo del componente físico del grupo de evaluación de tierras de la UPRA (UPRA, 2023), de la siguiente manera:

Dato SIPSA	Clasificación
Con agua	A1, A2
Sin agua	A3

Para realizar la proyección de los datos existentes a todos los municipios que actualmente reportan la existencia de colmenas, se realizó el vínculo a través de la información de región, subregión y categoría de ruralidad, del DNP (DNP, 2014). Buscando proyectar el dato económico del municipio conocido a otros de similares características semejantes y comparables con el que tiene la información económica de arriendo.

Regiones	Subregiones	Categorías de ruralidad
Eje cafetero Caribe Bogotá Centro oriente Centro sur Pacífico Llanos orientales	Todas para cada región	Rural Rural disperso Intermedios Ciudades y aglomeraciones

Esta proyección se realizó dentro de la frontera agrícola y únicamente para los predios que no tiene ningún tipo de condicionante legal, esta última información fue tomada del mapa de Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V11.



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).

Miles de COP\$/ha/año	Aptitud
< 700	Alta (A1)
700 – 2.000	Media (A3)
> 2.000	Baja (A3)

Unidad de análisis

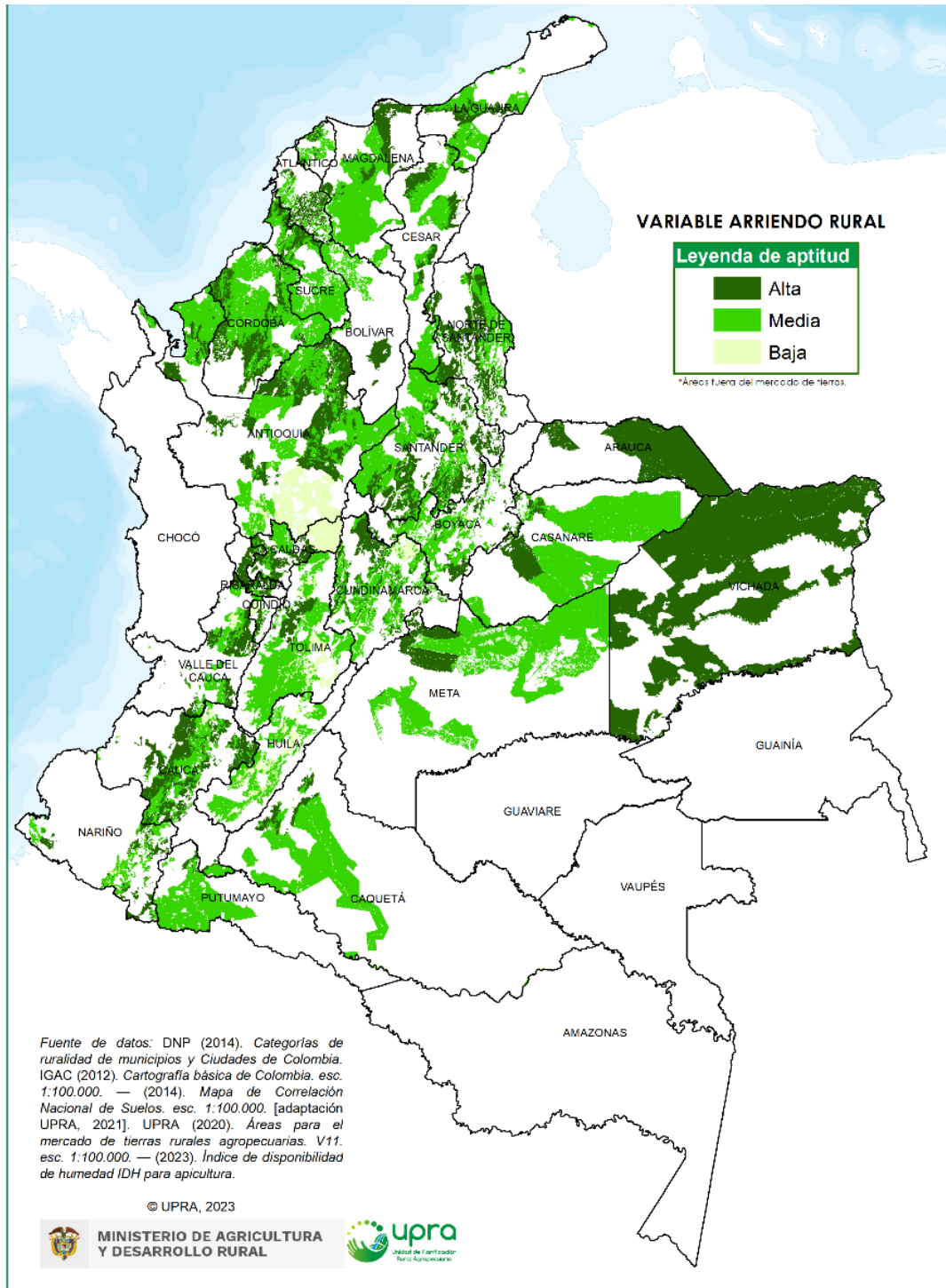
Miles de COP\$ /ha/año

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Consejo Nacional Legislativo. (1873). Ley 84 de 1873. Código Civil de la Nación.
- DANE. (2021). SIPSA, *información de insumos y factores asociados a la producción agropecuaria*. Bogotá: DANE.
- DNP. (2014). El campo colombiano: un camino hacia el bienestar y la paz. Informe detallado de la Misión para la Transformación del Campo. Bogotá: DNP.
- Ideam. (2014). *Estudio nacional del agua_ENA*. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2014). *Atlas climatológico de Colombia_ Capa de zonas de evotranspiración potencial*. Esc.1:100.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2014). *Mapa de correlación de suelos. Fases por pendiente*. Bogotá: IGAC
- UPRA. (2023). *Mapa de la variable apropiación de agua anual para apicultura*. Bogotá: UPRA.
- UPRA. (2022). *Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias -V11*. Bogotá: UPRA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.5.4. Variable *tendencia a la formalidad rural*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>dinámica del mercado de tierras</i>		
VARIABLE: <i>tendencia a la formalidad rural</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos y privados, que proporciona seguridad jurídica de acuerdo con el principio constitucional del derecho a la propiedad privada. Por el contrario, “la informalidad puede ser legal o ilegal, o estar en una frontera ambigua entre ambas. La inestabilidad e irregularidad de los ingresos en el sector informal de trabajo, activa una lógica particular de los circuitos monetarios y formas de intercambio en los mercados informales, basada precisamente en la confianza” (UPRA, 2015).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Brinda orientación para la inversión en compra, arriendo u otras formas de acceso a la tierra, pues indica cuales son los predios que podrían garantizar el derecho a la propiedad y cuales pueden presentar algunas o muchas dificultades, al suministrar información sobre la seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad, así como facilita el acceso a los incentivos para invertir, al crédito y beneficios agropecuarios.</p> <p>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).</p> <p>«La seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad sobre la tierra afectan el crecimiento económico de distintas maneras debido principalmente a que: (i) la seguridad aumenta los incentivos para invertir y facilita el acceso al crédito; y (ii) la dificultad en el acceso o inequidad en la distribución de la tierra reduce la productividad en agriculturas rudimentarias (Deininger, 2003)» (UPRA, 2015).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como Zonas no aptas (N1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		



Existen zonas del país donde aún no cuentan con procesos de formación catastral y no se cuenta con información, por lo cual los polígonos se representan cartográficamente en blanco. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, reportados en la página del IGAC en el estado de la gestión catastral rural y en el informe de gestión de cierre de 2020.

Municipios reportados en el SIGOT del IGAC como no formados

Departamento	Número de municipios o corregimientos
Amazonas	9 corregimientos
Antioquia	1 municipio
Arauca	1 municipio
Boyacá	2 municipios
Cauca	1 municipio
Chocó	21 municipios
Guainía	9 municipios
Guaviare	4 municipios
Huila	3 municipios
Meta	1 municipio
Nariño	19 municipios
Norte de Santander	2 municipios
Putumayo	2 municipios
Tolima	1 municipio
Vaupés	1 municipio y 3 corregimientos

La desactualización de los catastros, la existencia de un número considerable de títulos sin registrar (muchas veces por el desconocimiento de las personas de formalizar los derechos de propiedad) y la falta de interrelación entre el catastro y registro, dificulta que los predios cuenten con la información jurídica actualizada en las bases de datos para realizar este tipo de ejercicios.

Debido a que esta variable se trabaja con las bases catastrales que se obtienen después de realizar el proceso para la determinación del índice de informalidad, trabajado en la entidad, la vigencia a utilizar de las mismas depende directamente de la actualización del índice que por ahora no se calcula para todos los años por restricciones en los datos fuente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. (2019). Base de datos catastral.



Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Base de datos catastral.
 Alcaldía de Santiago de Cali. (2019). Información predial jurídica, física y económica.
 Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2019). Base de datos catastral, registros 1 y 2.
 ANT. 2019. Títulos formalizados, baldíos adjudicados-
 ANT. 2020. Predios privados formalizados, inventario de predios baldíos, predios ingresados al fondo de tierras, formalización de procesos en general.
 Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
 Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquía.
 ICARE. 2014. Predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición.
 IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
 IGAC. (2016). Base catastral, registros 1 y 2.
 IGAC. (2019). Base catastral, registros 1 y 2.
 SNR. 2019. Falsas tradiciones.
 UAEGRTD. 2022. Puntos de los centroides RTDAF y RUPTA.
 URT. 2019. Sentencias de restitución.

2. Precisiones de la información.

«La informalidad en el país se presenta en ocupaciones sobre terrenos públicos, en posesiones sobre predios ajenos, títulos no registrados, sucesiones ilíquidas, en falsas tradiciones o en posesiones» (UPRA, 2015)

Las variables para determinar que los predios tienen una presunta formalidad fueron:

1. Predios que en las bases tiene matrícula inmobiliaria y que no cumplen ninguna de las demás variables.
2. Predios que en la base catastral no poseen una matrícula inmobiliaria
3. Predios identificados en la base catastral 2014 que no tienen interrelación catastro registro.
4. Predios identificados con “mejoras en predio ajeno” dentro de la base catastral.
5. predios identificados en la base 2014_IGAC y en la información entregada por SNR_2020 están en falsa tradición.
6. Predios identificados como presuntos baldíos.
7. Predios con resolución de inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.
8. Predios con inscripción de medida de protección por riesgo de despojo.

El argumento considerado para identificar dentro de la base catastral los predios con tendencia a ser informales, es que presentaran alguna de las variables descritas en los numerales del 2 al 8, mientras por exclusión, los primeros serían los que se pueden considerar como presuntos formales.



3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se tomó la información jurídica reportada en las bases catastrales nacionales predio a predio con el fin de determinar su tendencia a la formalidad.

4. Clasificación por aptitud.

Los cortes para los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta el criterio experto del grupo de formalización de la UPRA, adquirido del manejo de la información catastral dentro de los estudios realizados para la elaboración del mapa del índice municipal de informalidad y el mapa de áreas disponibles para la formalización de propiedad privada.

Los predios contenidos en aptitud alta (A1), evidencian una condición de formalidad registrada en las bases catastrales ya que tienen 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 predios sin información catastral, 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, predios con inscripción de medida de protección ante un posible despojo, que evidencian directamente, inconvenientes jurídicos con su titulación y, por ende, se considera que es más probable que tengan problemas en sus condiciones jurídicas y no garantizan seguridad jurídica.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para este proceso se hizo la selección de la base de datos empezando por los predios sin información catastral, predios con mejoras, predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición, predios con presunción de baldíos, predios con presunción de Informalidad y predios con resolución de inscripción en el registro 1(*), ya que tiene un inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para poder volver a la formalidad; luego se seleccionaron los predios que sin matrícula inmobiliaria y finalmente quedaron los demás predios que se presumen formales.

(*) Estos predios corresponden a aquellos que se encuentran dentro marcados con estado D (definitivos), que hacen referencia a las solicitudes con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

La dinámica del proceso de restitución de tierras que consta de varias fases definidas en los siguientes estados: G (georreferenciados), son los polígonos que ya cuentan con trabajo de georreferenciación en campo, realizado con la participación del solicitante o de una persona que conozca el predio y sea autorizada por el solicitante; los polígonos en estado D (definitivos), hacen referencia a las solicitudes con resolución de Inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente; por último los que



tienen estado F (final) corresponden a aquellos que se encuentran en etapa judicial y ya cuentan con sentencia.

También desde el tema de restitución se abordó el fenómeno del despojo en las zonas no focalizadas, marcando los predios con inscripción de medida de protección (RUPTA).

Adicionalmente y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V11, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales, permiten establecer, donde es permitido, condicionado, restringido o prohibido efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes, definiendo las áreas excluidas o fuera del mercado de tierras agropecuarias, con todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o pecuarias ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que limitan que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter inalienable. Dentro de esta clasificación de áreas excluidas también se tienen en cuenta las zonas urbanas, que, si bien si permiten una compra o venta libre en el mercado, no son aptas para el desarrollo de actividades agrícolas o pecuarias.

Los condicionantes mencionados se relacionan a continuación:

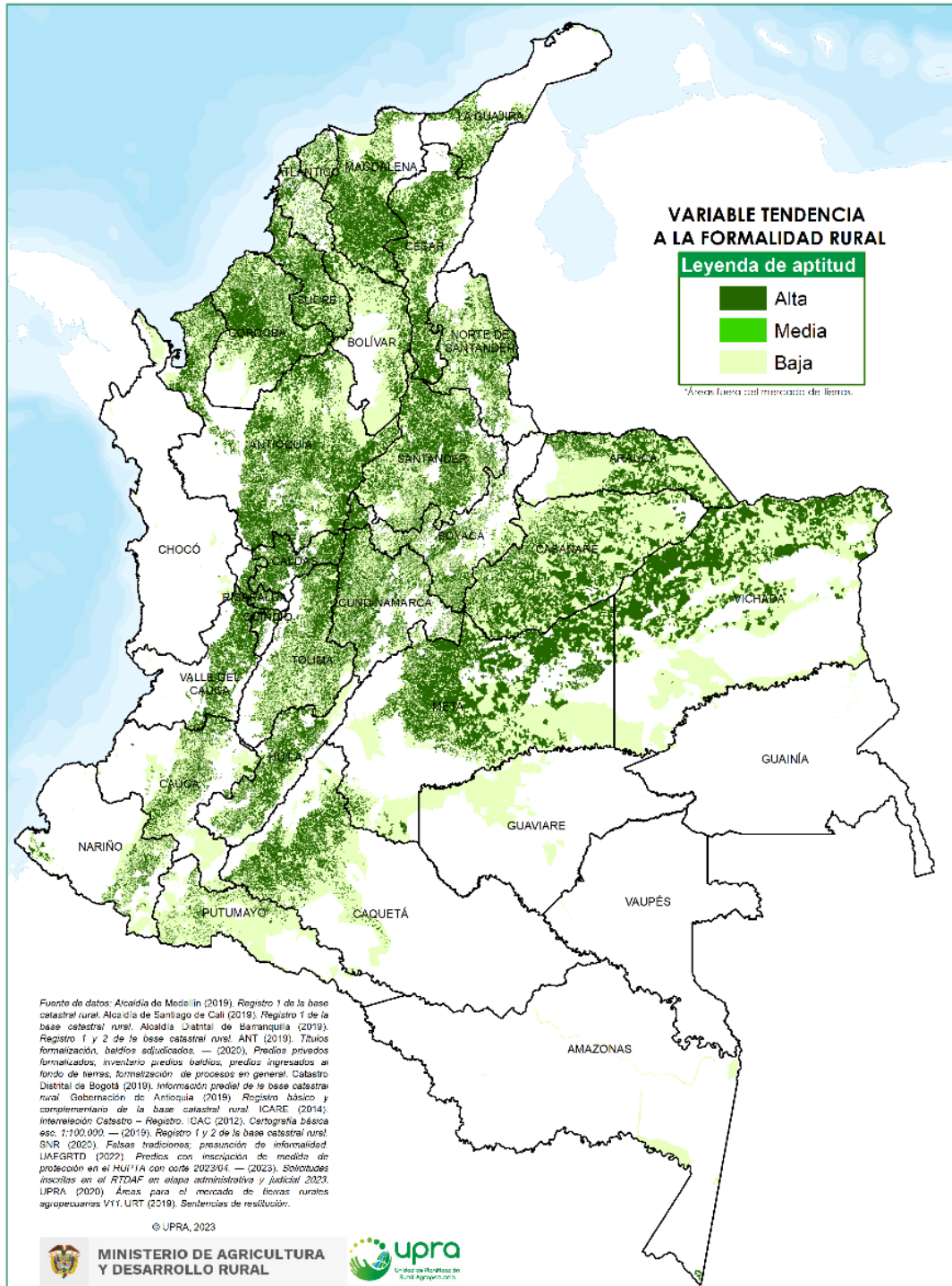
Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos indígenas constituidos
Áreas reserva Ley 70 de 1993 - Comunidades negras
Parques nacionales naturales (incluye las siguientes 6)
<ul style="list-style-type: none"> • Parques nacionales naturales
<ul style="list-style-type: none"> • Área única natural
<ul style="list-style-type: none"> • Santuario de flora
<ul style="list-style-type: none"> • Santuario de flora y fauna
<ul style="list-style-type: none"> • Vía Parque
<ul style="list-style-type: none"> • Reserva natural
Parques Regionales naturales
Áreas arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de manejo especial de la Macarena, Meta)
AMEM (Parques nacionales naturales)
Reservas forestales de la Ley 2 categoría A



Páramos no transformados antes de 2011 o que tienen traslape con otras figuras que prohíben las actividades agropecuarias	
Bienes de uso público	
Restricciones locales	
Información jurídica de los predios	Aptitud
Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	Alta (A1)
-	Media (A2)
Predios sin formación catastral, 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 y predios con inscripción en el RUPTA.	Baja (A3)
Unidad de análisis	Predios
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> Alcaldía de Medellín (2019), <i>Base de datos catastral</i>. Alcaldía de Santiago de Cali (2019), <i>Registro 1 de la base catastral rural</i>. Alcaldía Distrital de Barranquilla (2019), <i>Registro 1 y 2 de la base catastral rural</i>. ANT. 2019. <i>Títulos formalizados, baldíos adjudicados- _2020. Predios privados formalizados, inventario de predios baldíos, predios ingresados al fondo de Tierras, formalización de procesos en general</i>. Bogotá: ANT. Catastro Distrital Bogotá (2019). <i>Información predial jurídica, física y económica</i>. Gobernación de Antioquia (2019). <i>Información Predial Rural Antioquía</i>. IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC. IGAC. (2019). <i>Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016</i>. Bogotá: IGAC. IGAC. (2014). <i>Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición</i>. Bogotá: IGAC. IGAC. ICARE (2014). <i>Interrelación catastro registro</i>. <i>Resolución 128 de 2017 y anexos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. SIGOT</i>. Superintendencia de Notariado y Registro. 2020. <i>Falsas tradiciones</i>. Bogotá: SNR. UAEGRTD. (2022). <i>Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas 2022 de los polígonos en estado D (definitivos)</i>. UAEGRTD. (2019). <i>Sentencias de restitución</i>. RUPTA (2020). <i>Predios con inscripción de medida de protección</i>. UPRA. (2015). <i>Mercado de Tierras rurales productivas en Colombia</i>. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional. Bogotá: UPRA. UPRA. (2022). <i>Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias -V11</i>. Bogotá: UPRA. 	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.5.5. Variable *densidad predial con mayor interacción antrópica*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>densidad predial con mayor interacción antrópica</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Distancia predial que busca mantener un área de seguridad entre la explotación apícola y las actividades antrópicas cercanas. Permite obtener un acercamiento para orientar el acceso a predios cuyas actividades no involucren la presencia de personas cercanas a los apiarios. Con una distancia de seguridad, se les otorga tranquilidad a los vecinos de las colmenas y al productor al no generar inconvenientes de convivencia con la comunidad.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite tener un acercamiento para orientar el acceso a predios cuyas actividades no involucren la presencia de personas cercanas a los apiarios; al tener una distancia de seguridad, se da tranquilidad a los vecinos de las colmenas y al productor al no tener inconvenientes de convivencia con la comunidad.</p> <p>El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, adopta en la resolución 00206 de 2022 el “manual de condiciones de Bienestar Animal en la cría de abejas (<i>Apis mellifera</i>) en el sector agropecuario”. En el artículo 5, de dicha resolución, se establece que la inspección, vigilancia y control estará a cargo del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Por tanto, es importante señalar que, dentro de las condiciones del apiario, la resolución 00206 de 2022 y el manual adoptado, no especifica la distancia que debe mantenerse entre el lugar seleccionado para la instalación del apiario y centros urbanos. En ese sentido, el ICA indica en la “guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura”, la importancia de mantener una distancia mínima de 200 metros a viviendas rurales habitadas e instalaciones pecuarias, considerando que la actividad se desarrolla con <i>Apis mellifera</i> que es una especie europea y africanizada.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE		
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).		



LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC y de catastros descentralizados, que en muchos municipios del país están desactualizadas y en 80 de ellos no se cuenta con información catastral.

Las bases de datos no se encuentran actualizadas y por ello no se puede reflejar en su totalidad la realidad del destino y uso actual relacionada con actividades antrópicas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.

Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020). Base de datos catastral, registros 1 y 2.

Alcaldía de Santiago de Cali. (2020). Base de datos catastral.

Área Metropolitana de Bucaramanga (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.

Área Metropolitana Centro de Occidente (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.

Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. (2020). Predial rural Antioquia.

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

IGAC. (2020). Base catastral, registros 1 y 2.

2. Precisión de la información.

Para la definición de los predios rurales con actividades antrópicas, se tuvieron en cuenta únicamente los predios con destino económico agropecuario, sin ningún condicionante legal que impida su explotación económica y de propiedad privada.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta los destinos y los usos reportados en la base catastral con actividades relacionadas con la presencia antrópica, partiendo de estas áreas se calculó un buffer de 200 metros que permita aislar y propiciar una distancia segura tanto para las abejas como para actividades antrópicas continuas a las explotaciones apícolas, de acuerdo con lo señalado por el ICA (2022).

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta los destinos y los usos reportados en la base catastral con actividades relacionadas con la presencia antrópica, partiendo de estas áreas se calculó un buffer de 200 metros que permita aislar y propiciar una distancia segura tanto para las abejas como para actividades antrópicas continuas a las explotaciones apícolas.

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 V11, clasificando estos predios en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Los valores de aptitud de la variable son:

Variable	Unidad	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
<i>Densidad predial con mayor interacción antrópica</i>	Predios (ha)	Resto	Predios colindantes dentro de un buffer entre 200 metros y 400 metros de las actividades antrópicas	Predios con actividades antrópicas y colindantes a estos dentro de un buffer de 200 metros

Unidad de análisis

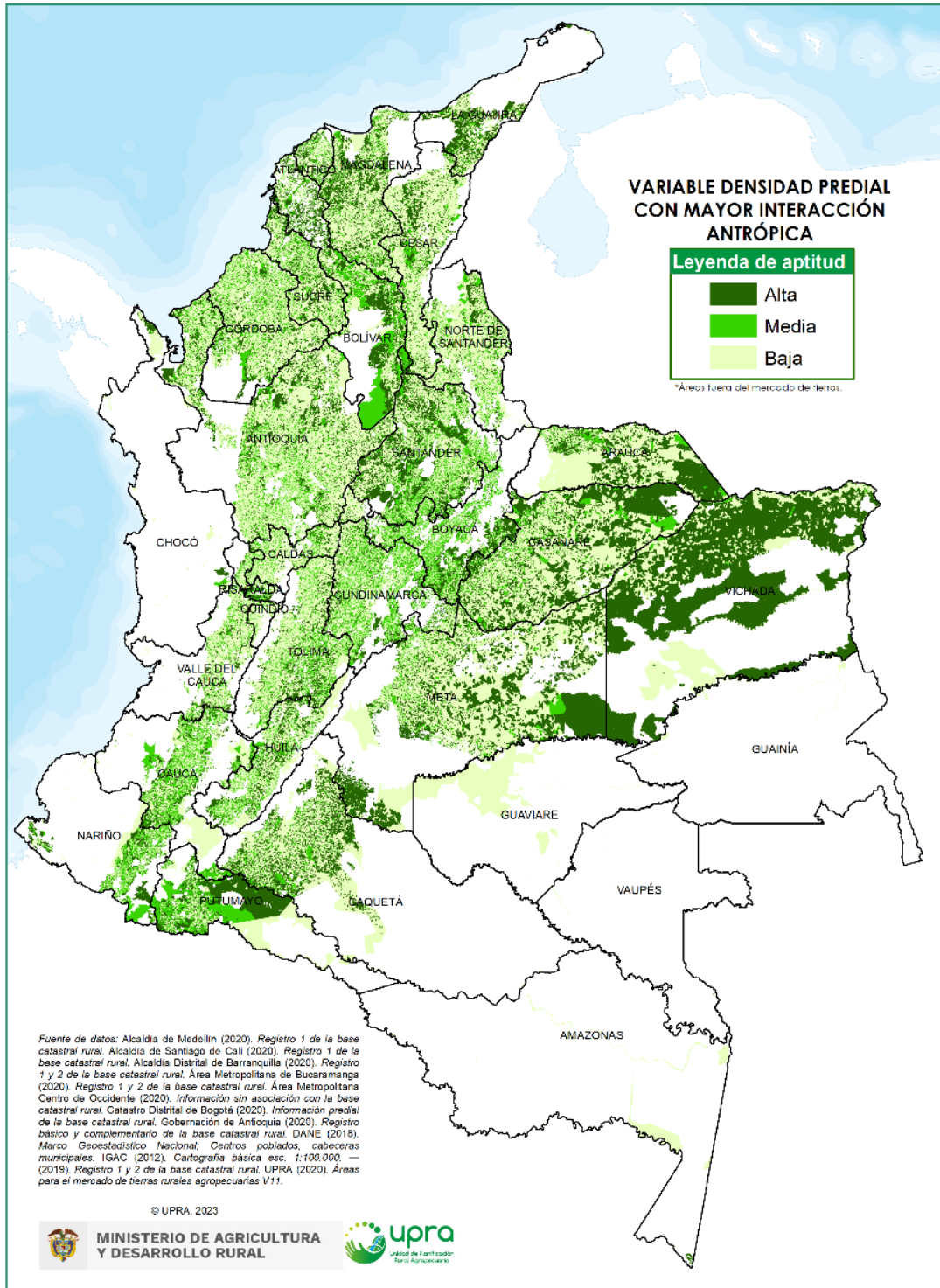
Predios

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Medellín. (2020). Base de datos catastral.
- Alcaldía de Santiago de Cali. (2020), Registro 1 de la base catastral rural.
- Alcaldía Distrital de Barranquilla. (2020), Registro 1 y 2 de la base catastral rural.
- Área Metropolitana de Bucaramanga. (2020). Registro 1 y 2 base catastral rural.
- Área Metropolitana Centro de Occidente. (2020). Información sin asociación con la base catastral rural.
- Catastro Distrital Bogotá. (2020). Información predial jurídica, física y económica.
- Gobernación de Antioquia. (2020). Información Predial Rural Antioquía.
- ICA. (2022). Guía sanitaria para el manejo, preservación, protección y conservación de la apicultura. Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- IGAC. (2020). Base Catastral, Registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.
- UPRA. (2022). Clasificación de áreas para el mercado de Tierras rurales agropecuarias-V11. Bogotá: UPRA.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.6. Criterio seguridad ciudadana

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: <i>seguridad ciudadana</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Hurtos rurales</i>, expresados en tasa de hurtos rurales por cada 1.000 habitantes. - <i>Extorsiones rurales</i>, expresadas en tasa de extorsiones rurales por cada 1.000 habitantes. - <i>Homicidios rurales</i>, expresados en tasa de homicidios rurales por cada 1.000 habitantes. - <i>Secuestros rurales</i>, expresados en tasa de secuestros rurales por cada 1.000 habitantes. 		
DEFINICIÓN		
<p>Ausencia no sólo del peligro, o de las afectaciones a la integridad física, sino también del 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 del delito (CIDH, 2009).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Refleja información de municipios donde se presentan y repiten hechos delictivos que posiblemente están asociados a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual podría incidir negativamente en la dinámica de la producción.</p> <p>Ya que condiciones de seguridad adversas en el área rural han sido limitantes para la inversión en proyectos productivos, una caracterización de la seguridad ciudadana municipal representa particular importancia para orientar a los inversionistas privados y las políticas públicas del sector agropecuario.</p> <p>En las zonas donde han existido fenómenos delictivos de manera reiterada, se ven afectadas la productividad, la seguridad y la integridad física, psicológica, vida, honra y bienes de las poblaciones asentadas, quienes soportan acciones ligadas al secuestro, extorsiones, hurtos y homicidios, entre otras. Estas acciones delictivas generan un</p>		



ambiente de desconfianza y ausencia de inversión en proyectos productivos que mejorarían la calidad de vida, empleo y oportunidades de los pobladores rurales.

Como consecuencia, entre más frecuente sea la presentación de estos flagelos y situaciones irregulares, menor será la aptitud de la zona.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En las bases de datos entregadas por PONAL, 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, posteriormente, teniendo en cuenta el software *PriEsT* (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Variable	Hurtos rurales	Extorsiones rurales	Homicidios rurales	Secuestros rurales	Peso ponderado (%)
Seguridad ciudadana	Hurtos rurales	1			54,0
	Extorsiones rurales	1/3	1		27,5
	Homicidios rurales	1/5	1/3	1	12,3
	Secuestros rurales	1/5	1/5	1/3	6,2

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

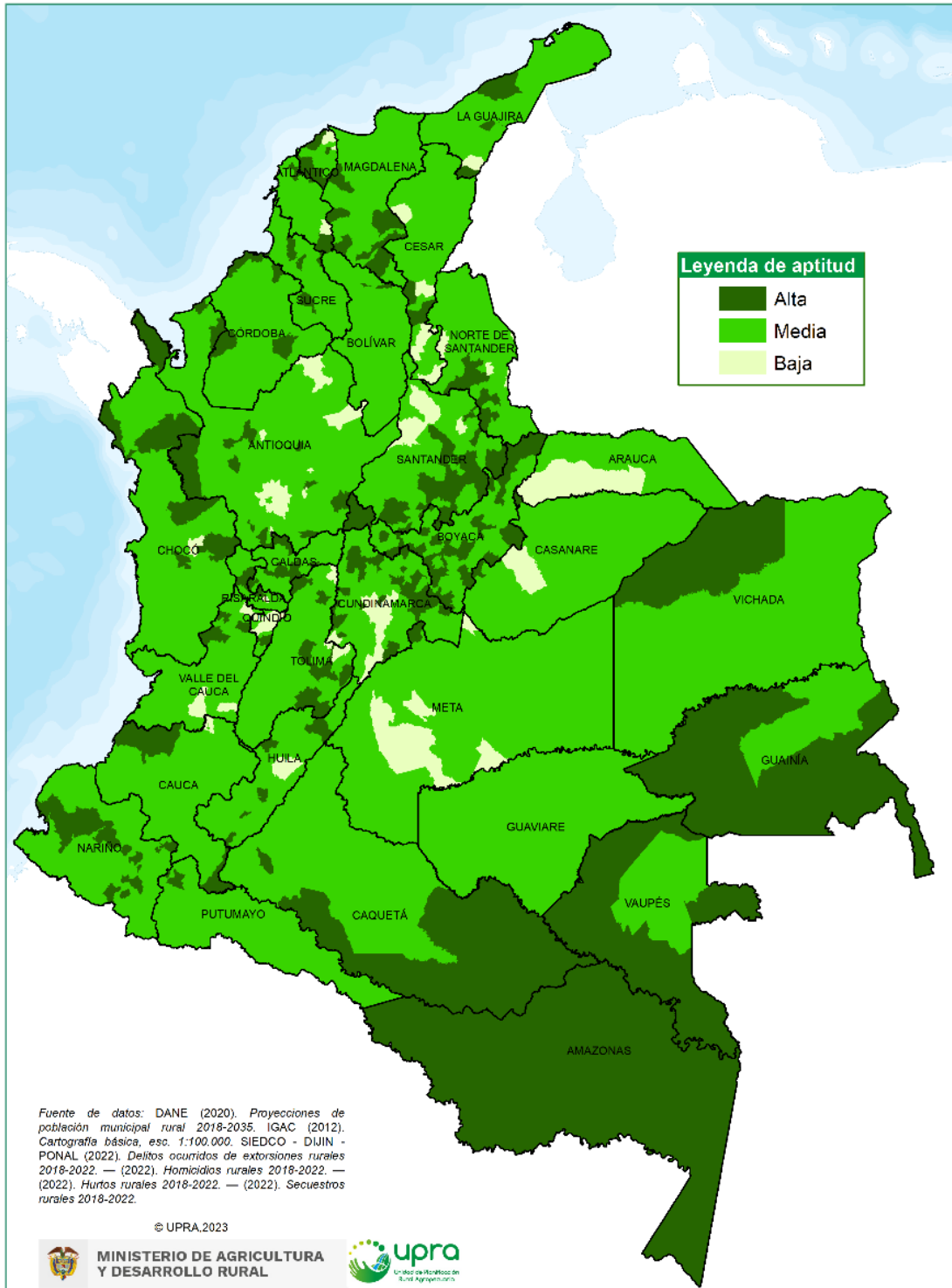
Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
<i>Hurtos rurales</i>	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	< 6.1507	>6.1507
<i>Extorsiones rurales</i>	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	< 0,2205	> 0,2205
<i>Homicidios rurales</i>	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	< 0,7429	> 0,7429
<i>Secuestros rurales</i>	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	< 0,0582	> 0,0582

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2020). Delitos ocurridos de extorsiones rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2020). Delitos ocurridos de homicidios rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2020). Delitos ocurridos de secuestros rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2020). Delitos ocurridos de hurtos rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.6.1. Variable *hurtos rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: <i>seguridad ciudadana</i>		
VARIABLE: <i>hurtos rurales</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de hurtos rurales por cada 1.000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
De acuerdo con el Código Penal colombiano, consiste en apoderarse de un bien ajeno con el propósito de obtener provecho para sí o para otro. Se estima que existe hurto calificado en la medida en que se realice con violencia sobre las cosas; dejando la víctima en condiciones de indefensión o inferioridad; o aprovechándose de estas condiciones. Es hurto rural si se comete a través de la penetración o permanencia arbitraria, engañosa o clandestina en un lugar habitado o en las dependencias inmediatas, aunque no se encuentren los moradores; o con escalamiento, con llave sustraída o falsa, ganzúa o cualquier otro instrumento similar; o al violar o superar la seguridad electrónica o semejantes (Ley 599 del 2000).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La producción en el sector rural se ha visto afectada por la delincuencia común, que ha traído consigo toda clase de hurtos contra los bienes muebles de las personas, entre ellos el hurto a motocicletas, comercio, personas, residencia y automotores, razón por la cual, la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad o posible riesgo de los bienes muebles tanto de los pobladores como de los potenciales inversores ubicados en las zonas de alta posibilidad de amenaza de hurto, lo cual atenta contra la seguridad y la integridad de los bienes muebles de la población y las dinámicas productivas establecidas.		
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 hurto rural, se encuentran municipios sin registros. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. (2020). Proyección de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2022.

Policía Nacional (2022). Dirección de Investigación Criminal e Interpol. 2018 a 2022.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de hurtos a motocicletas, comercio, personas, residencia y automotores en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de hurtos a motocicletas, comercio, personas, residencia y automotores en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se construyó el índice de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales, de la siguiente forma:

- a. A partir de las series históricas del número de hurtos registrados en la zona rural para el período 2018-2022 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los cinco años.
- b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2020), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV – 2018), para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2022 la cual se encuentra discriminada entre cabecera y resto; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado resto, asociándola a la población rural para este año.
- c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de hurtos rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se calculó para cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de hurtos por cada 1000 habitantes que combina la información para los cinco (5) años de la serie se dividió la serie en dos grupos:

- i. el primero, con los municipios que no registraron hurtos y,



- ii. el segundo, los municipios que tenían uno o más casos de hurtos registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres ($k = 2$).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3 y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio.
2. De manera inicial se divide en dos grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:



- Evaluar la existencia de clústeres que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 6,1507	Media (A2)
> 6,1507	Baja (A3)

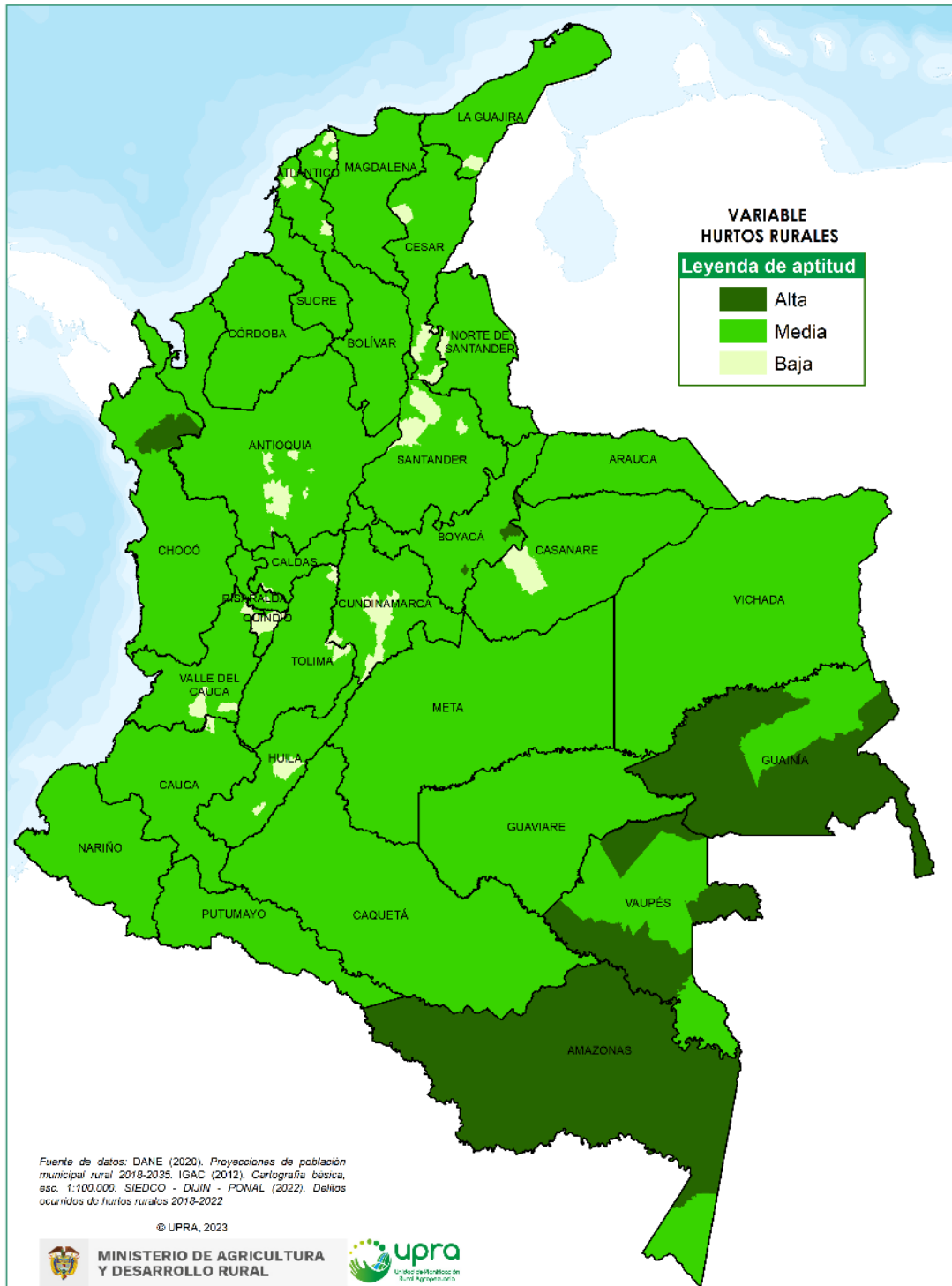
Unidad de análisis	Tasa de hurtos rurales por cada 1.000 habitantes
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Congreso de la República de Colombia, Ley 599 de 2000, artículos 239 y 240.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2022). Delitos ocurridos de hurtos rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.6.2. Variable extorsiones rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: <i>seguridad ciudadana</i>		
VARIABLE: <i>extorsiones rurales</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de extorsiones rurales por cada 1.000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de la violencia o la intimidación, a realizar u omitir un acto o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio patrimonial. La persona que realiza estas actividades delictivas está definida en el Código Penal como quien “constríne 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” (Ley 906 del 2004).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Los productores agropecuarios están expuestos a la ocurrencia de la actividad extorsiva que afecta directamente la integridad del productor y sus ingresos, por ello la variable al mostrar su comportamiento del delito; constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, al permitir conocer a través de la información reportada el comportamiento del delito a nivel municipal.</p> <p>Podría contribuir igualmente al ser evidenciado en la formulación de políticas públicas para su control por parte del gobierno nacional o para tomar las medidas de mitigación respectivas por parte de los productores o posibles inversores.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Las fuentes de información consultadas para la variable <i>extorsiones rurales</i>, no cuentan con registros para algunos municipios, por lo que, bajo el principio de precaución, estos se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).</p>		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2022.

Policía Nacional. (2022). Dirección de Investigación Criminal e Interpol. 2018 a 2022.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de extorsiones ocurridas en las zonas rurales de cada municipio, a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de extorsiones en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el *índice de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales*, de la siguiente forma:

- a. Se realizó la sumatoria de cinco años, a partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2018-2022.
- b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo (CNPV –2018), para el país, se tomó la población por municipio proyectada para el año 2022, la cual se encuentra discriminada entre “cabecera y resto”; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado “resto”, asociándola a la población rural para este año.
- c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de extorsiones rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se calculó para cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice, se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron extorsiones y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de extorsiones registrados durante este período de análisis.

A continuación, al primer grupo de municipios donde no ocurrió el delito, se les asignó aptitud alta (A1) y para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos. Para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres ($k = 2$).



El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio.
2. De manera inicial, se divide en dos grupos el total de datos disponibles, se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio uno o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (dos) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los dos posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.



Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
$\leq 0,2205$	Media (A2)
$> 0,2205$	Baja (A3)

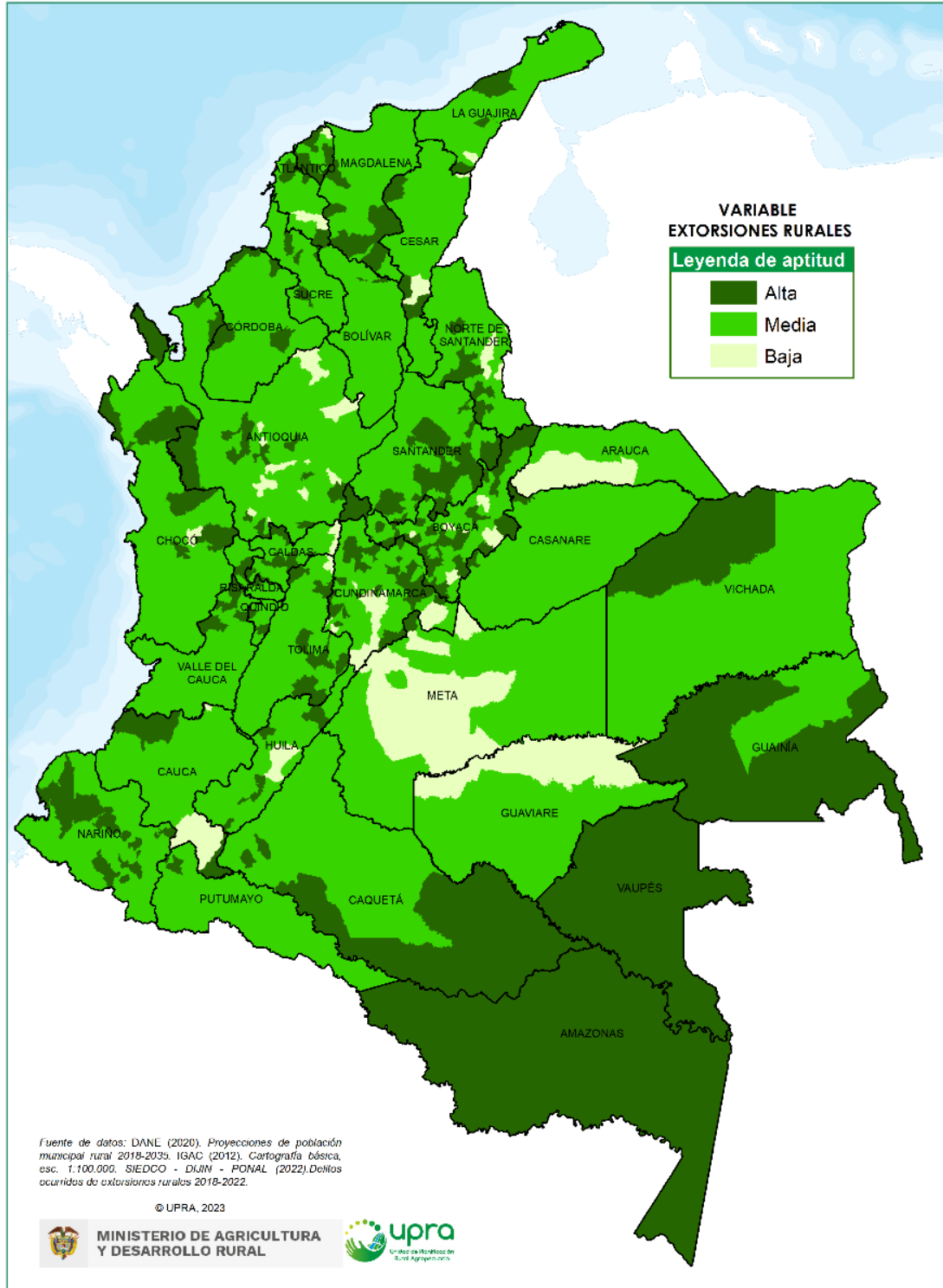
Unidad de análisis	Tasa de extorsiones rurales por cada 1.000 habitantes
---------------------------	---

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2022). Delitos ocurridos de extorsiones rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.
- Código Penal Colombiano. *Ley 599 de (2000)*. Artículo 244. Recuperado de: <<http://www.secretariassenado.gov.co/senado>>.
- Congreso de Colombia, Ley 906 de 2004. Código de procedimiento penal.
- MacQueen, J. (1967). *Some methods for classification and analysis of multivariate observations*. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.6.3. Variable *homicidios rurales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: Social
CRITERIO: <i>seguridad ciudadana</i>		
VARIABLE: <i>homicidios rurales</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de homicidios rurales por cada 1.000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
Se refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término homicidio puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se define 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)” (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses [INMLCF], 2014).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
La población rural se ve afectada por la ocurrencia de esta actividad violenta que atenta directamente la vida de las personas que son una parte muy importante de la actividad productiva, por lo que la variable constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversionistas, al generar una imagen a través de la información reportada del comportamiento del delito a nivel municipal. Podría generar igualmente alertas que propicien la formulación de políticas públicas para su control por parte del gobierno nacional o para tomar las medidas de mitigación respectivas por parte de los productores o posibles inversores.		
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		
Las fuentes de información consultadas para la variable <i>homicidios rurales</i> , no se cuenta con registros para algunos municipios. Estos municipios, bajo el principio de		



precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2022.

Policía Nacional. (2022). Casos de homicidios en zona rural 2018 a 2022.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de homicidios en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de homicidios en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el “índice de homicidios rurales por cada 1.000 habitantes rurales”, de la siguiente forma:

- A. A partir de las series históricas del número de homicidios registrados en la zona rural para el período 2018-2022 se realizó la sumatoria de los cinco años.
- B. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2018), de los Microdatos del Censo nacional de población y vivienda (2018), para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2022, la cual se encuentra discriminada entre “cabecera y resto”; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado “resto”, asociándola a la población rural para este año.
- C. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de homicidios rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se calculó para cada 1.000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de homicidios por cada 1000 habitantes, se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron homicidio y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de homicidios registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se



calcularon dos clústeres ($k = 2$)

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo



el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,7429	Media (A2)
> 0,7429	Baja (A3)

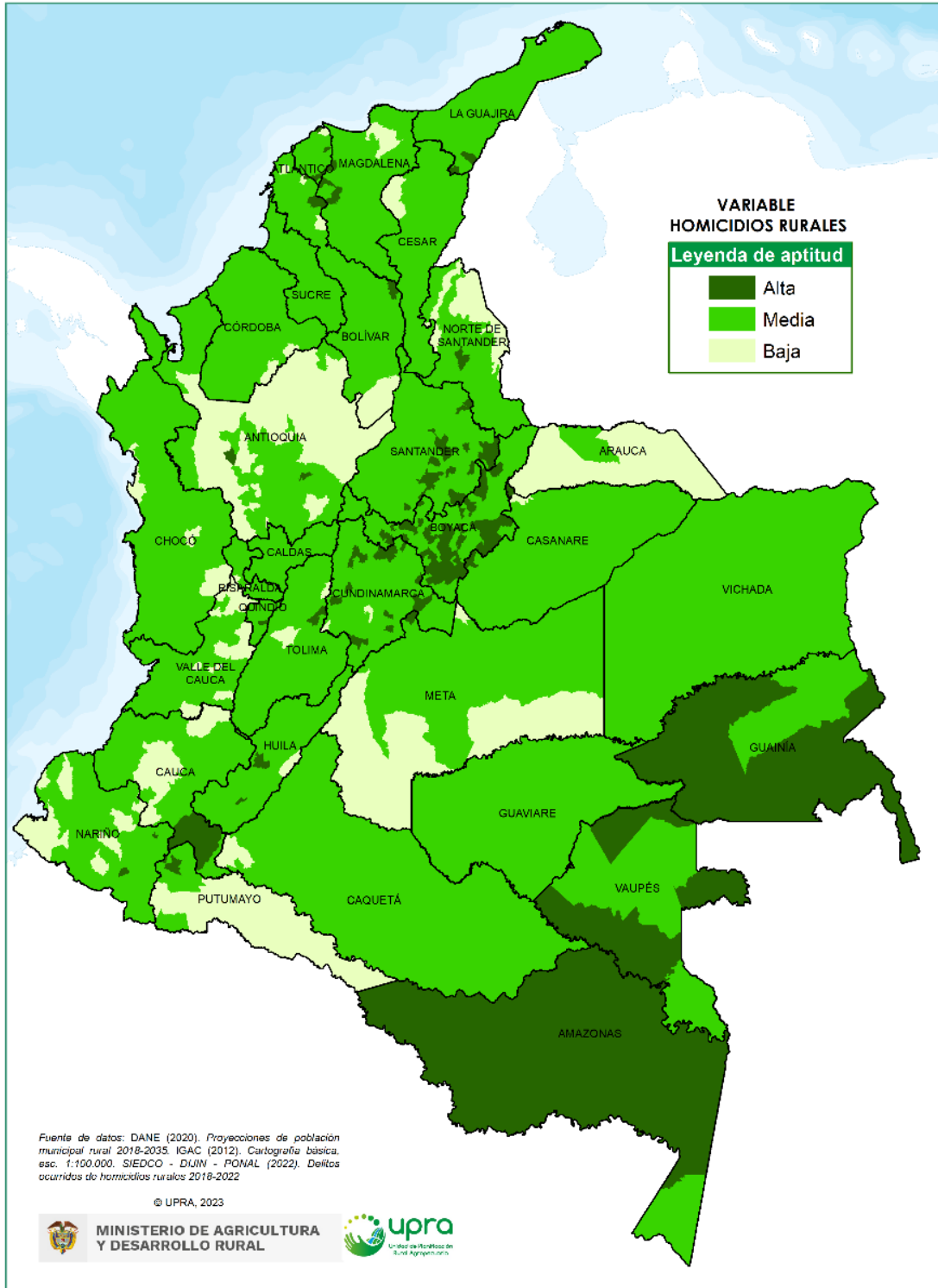
Unidad de análisis Tasa de homicidios rurales por cada 1.000 habitantes

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2022) Delitos ocurridos de homicidios rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.
- Instituto Nacional de Medicina Legal (INMLCF). (2013). *Homicidio_Colombia_2008*
- INMLCF. *Comportamiento del Homicidio en Colombia 2013*. Bogotá: INMLCF.
- Congreso de la República de Colombia, Ley 599 de (2000). *Artículo 103*. Recuperado de: <<http://www.secretariasenado.gov.co/senado>>.
- MacQueen, J. (1967). *Some methods for classification and analysis of multivariate observations*. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.6.4. Variable secuestros rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: <i>seguridad ciudadana</i>		
VARIABLE: <i>secuestros rurales</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Consiste en detener ilegalmente a una o más personas contra su voluntad empleando la fuerza, las amenazas, el engaño o 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 del 2000).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>La producción en el sector rural, se ha visto especialmente afectada por el conflicto interno, que ha traído consigo toda clase de delitos contra los derechos humanos, entre ellos el secuestro, razón por la cual, la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversores ubicados en las zonas de alta posibilidad de amenaza de secuestro, lo cual atenta contra la seguridad y la integridad de la población y la interrupción de las redes sociales y las dinámicas productivas establecidas.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Las fuentes de información consultadas para la variable secuestros rurales, no cuentan con registros para algunos municipios. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y en consecuencia se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1).</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>1. Información. DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Población proyecta para el año 2022. Policía Nacional. (2022). Información de secuestros: 2018 a 2022.</p> <p>2. Precisiones de la información.</p>		



Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de secuestros en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se calculó el “índice de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales”, de la siguiente forma:

- a. A partir de las series históricas del número de secuestros registrados en la zona rural para el período 2018-2022, se realizó la sumatoria de los cinco años.
- b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018), de los Microdatos del Censo Nacional de Población y Vivienda (2018), para el país se tomó la población por municipio proyectada para el año 2022, la cual se encuentra discriminada entre cabecera y resto; se extrajo la información del ámbito geográfico denominado resto, asociándola a la población rural para este año.
- c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de secuestros rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se calculó para cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice se dividió la serie en dos grupos, el primero, con los municipios que no registraron secuestros y el segundo, con los municipios que tenían uno o más casos de secuestros registrados.

A continuación, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados, se les asignó aptitud alta (A1) para la presente zonificación de aptitud y para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico K-Medias, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre otros grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres ($k = 2$).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el



objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento. Esto, para aquellos municipios que durante el período analizado tienen en promedio 1 o más delitos.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

- Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
- Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
- Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia	Alta (A1)
≤ 0,0582	Media (A2)
> 0,0582	Baja (A3)

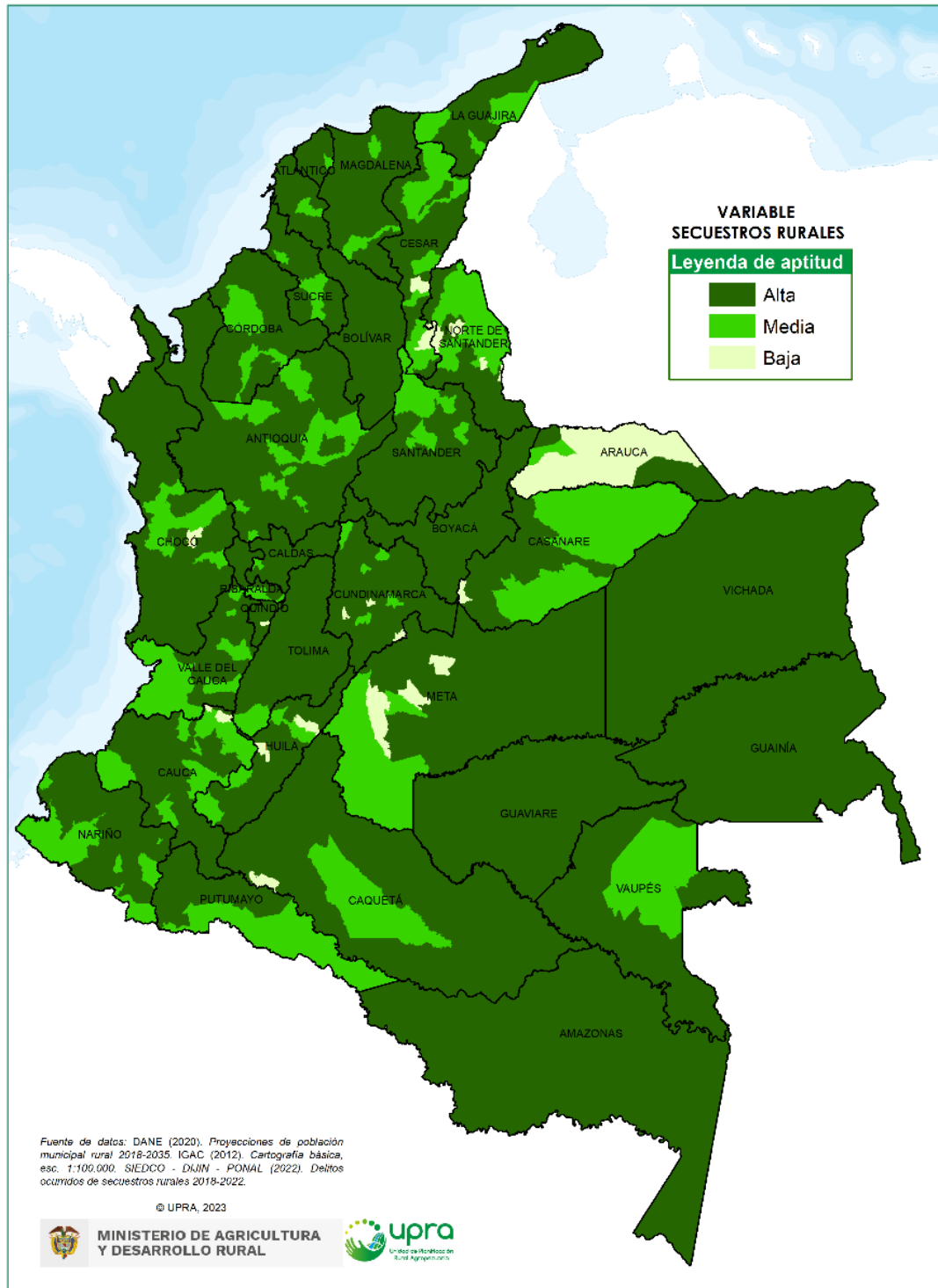
Unidad de análisis	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes
---------------------------	---

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2020). Proyecciones de población municipal rural 2018 – 2035. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Siedco, Dijin y Ponal. (2022). Delitos ocurridos de secuestros rurales 2018 – 2022. Bogotá: PONAL.
- MacQueen, J. (1967). *Some methods for classification and analysis of multivariate observations*. L. M. Lucien, & J. Neyman, Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1(Statistics), 281–297.
- Congreso de la República de Colombia. Ley 599 de 2000. *Código Penal Colombiano*. Artículo 168. Recuperado de: <<http://www.secretariasenado.gov.co/senado>>.
- Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada”.
- Ley 986 de 2005. “Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada”.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.7. Criterio indicadores económicos

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO: <i>indicadores económicos</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Créditos otorgados, expresados en millones de pesos colombianos.</i> - <i>Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC), expresadas en municipios.</i> - <i>Programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET), expresados en municipios.</i> - <i>Valor agregado pecuario municipal, expresado en participación porcentual.</i> - <i>Desempeño municipal, expresado en indicador MDM (puntaje).</i> 		
DEFINICIÓN		
<p>Identifica los municipios que solicitan apoyos a la inversión y que muestran generar mayor valor agregado en las actividades apícolas. Destaca los municipios con algunos incentivos a la inversión, como reducción tributaria y planes de desarrollo territorial, y con aparente mejor desempeño en la gestión de recursos según la medición de desempeño municipal (DNP. 2017).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Muestra desde una perspectiva económica la relevancia productiva pecuaria en los territorios; evidenciando la demanda los factores necesarios para la producción apícola (en este caso capital), ya sea a través del incentivo por parte del Estado (exenciones tributarias o créditos de fomento), o la eficiencia ganada en la gestión pública municipal (competitividad local). Así, se destacan los territorios dónde los agentes han emprendido las actividades de apicultura, tomando la decisión de inversión, previendo la viabilidad financiera de los proyectos productivos, su flujo de caja y la capacidad de apalancamiento; generando notoriamente valor agregado desde las actividades pecuarias.</p> <p>Una aptitud alta en este criterio refleja que las condiciones para la producción como lo son la demanda de financiación, el desempeño de los entes territoriales y las exenciones tributarias, coinciden en el territorio donde se genera mayor valor agregado pecuario.</p> <p>En síntesis, en los municipios con aptitud alta se han creado, y se crearán con mayor facilidad, las condiciones para la producción pecuaria y puntualmente la producción apícola (miel y/o</p>		



polen). Otros factores necesarios para la producción como lo es la tierra y la disponibilidad de mano de obra son tratados en la sección 3.2 y 3.4 del presente documento.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En lo referente a los recursos de apalancamiento financiero del sector, se evidencian que los créditos otorgados son una aproximación a la totalidad de los montos que utiliza el sector; sin embargo, no se incluyen los recursos que destina la banca comercial con recursos propios o créditos solicitados sin los beneficios del programa Finagro. De la misma manera, es posible que muchos de los recursos de financiamiento categorizados en el sector, no se ejecuten en la región donde fueron solicitados y también, que algunos de ellos hayan sido destinados a otras actividades productivas. No se incluyeron la totalidad de los recursos desembolsados a agentes económicos con actividad productiva, sino los explícitamente destinados a la apicultura, así la actividad productiva principal del individuo fuese otra.

Para la variable *valor agregado pecuario municipal* y debido a que en el país no existe una publicación del PIB municipal, por situaciones de reserva estadística, se utilizan los valores de esta variable municipal calculadas por el DANE para 2021, que son aproximaciones basadas en el valor agregado municipal, para actividades de agricultura, pecuarias, pesqueras y de silvicultura, no es posible determinar ni diferenciar cuanto aporta la producción apícola a dicha variable, donde se cuantifican todas las actividades pecuarias (avicultura, porcicultura, ganadería, etc).

Finalmente, la información sobre planes de desarrollo con enfoque territorial y zonas especialmente afectadas por el conflicto, se incluyen suponiendo una mayor oportunidad de aprovechamiento de beneficios tributarios y de priorización regional del gasto con proyectos que desde la actividad productiva puedan potencializar su aptitud. Sin embargo, la existencia de una posibilidad normativa y de planificación no garantiza el direccionamiento de los recursos que respalden la ejecución de estos proyectos puesto que dependen de decisiones y voluntades políticas que no se recogen con esta 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 cinco variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:



Criterio	Variable	Créditos otorgados	Zonas más afectadas por el conflicto o armado (ZOMAC)	PDET	Valor agregado pecuario	Desempeño municipal	Peso ponderado (%)
Indicadores económicos	Créditos otorgados	1					43,0
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	1/3	1				27,7
	PDET	1/3	1/3	1			17,9
	Valor agregado pecuario municipal	1/5	1/5	1/5	1		6,9
	Desempeño municipal	1/5	1/5	1/5	1/3	1	4,5

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes			Igual en importancia		Más importantes			



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

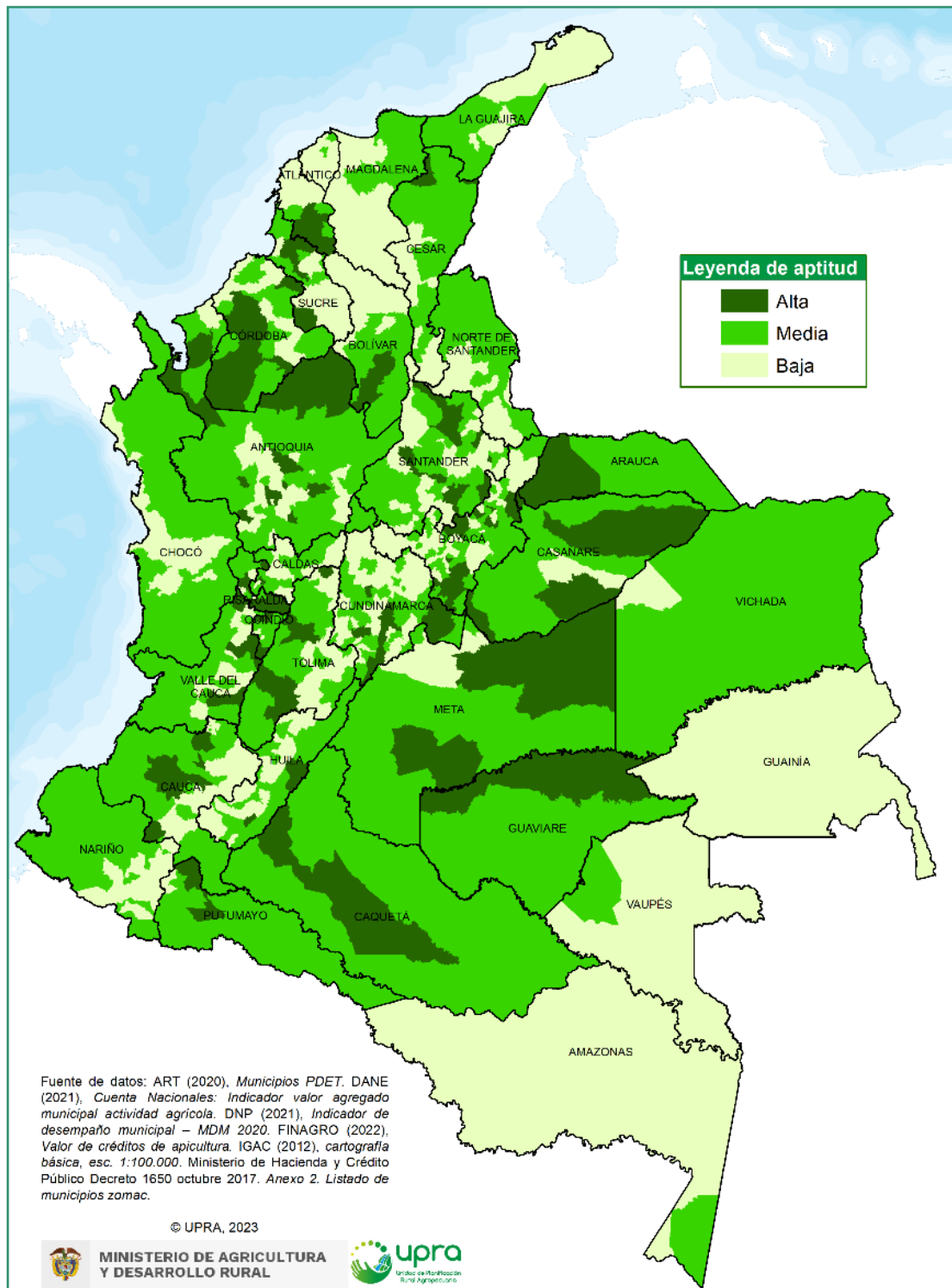
Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
<i>Créditos otorgados</i>	Millones de COP \$	> 59,23	< 59,23	Sin creditos
<i>Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)</i>	Municipios	Declarados ZOMAC	Resto	NA
<i>Programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET)</i>	Municipios	Declarados PDET	Resto	NA
<i>Valor agregado pecuario municipal</i>	Participación (%)	> 49,25	19,59 - 49,25	< 19,59
<i>Desempeño municipal</i>	Indicador MDM (puntaje)	> 55	45 - 55	< 45

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ART. (2020). Municipios PDET. Bogotá: ART.
- DANE. (2021). Cuentas Nacionales: *indicador valor agregado municipal actividad pecuario*. Bogotá: DANE.
- DNP. (2021). Indicador de desempeño municipal – MDM 2020. Bogotá: DNP.
- Finagro. (2022). *Valor de creditos otorgados a la actividad de apicultura. 2018-2022* . Bogotá: Finagro.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- MinHacienda. (2017). *Decreto 1650 de 2017. Anexo 2. Listado de municipios zomac*. Bogotá: Minhacienda.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.7.1. Variable créditos otorgados

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: socioeconómico	SUBCOMPONENTE: económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>indicadores económicos</i>		
VARIABLE: <i>créditos otorgados</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Millones de pesos (COP\$)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Clasificación de los municipios según la cuantía de créditos otorgados para las actividades agropecuarias. Están dirigidos a personas naturales o jurídicas para construir o mejorar los procesos de producción o de comercialización, colocados en condiciones preferenciales de Finagro, a través de la banca comercial y con presencia en los territorios. Se emplean para apalancar el capital de trabajo y los proyectos de inversión. Las líneas especiales Finagro se subsidian en tasa de interés y son respaldadas por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Para esta medición, se tuvo en cuenta el valor a precios del año 2022 (2018-2022) a nivel municipal para la producción y la comercialización del sector apícola.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Busca darle mayor aptitud aquellas zonas del país que tienen un apalancamiento financiero con recursos públicos relacionado con la producción del sector apícola. Así mismo, señala los lugares donde los agentes económicos, en su lógica racional y de preferencia territorial, toman sus decisiones de inversión, representadas en la solicitud y aprobación de un mayor monto de créditos preferenciales. Adicionalmente, permite dimensionar el apalancamiento financiero de una aglomeración productiva municipal, y la demanda aproximada por capital de inversión como factor relevante para los productores apícolas e inversionistas.</p> <p>Existe una relación directa entre los créditos otorgados y la aptitud del municipio. Municipios con mayor valor de créditos otorgados en un periodo de tiempo determinado, reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad, permitiendo que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir financiamiento.</p>		
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
<p>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).</p> <p>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 apícolas, como también financiar actividades de agentes económicos no especializados en la actividad.</p>
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>Precisiones de la información.</p> <p>Las cifras de créditos otorgados corresponden a la suma del valor colocado entre 2018 y 2022 traídos a valores 2022, para todos aquellos municipios que reportan información en el periodo de análisis. Para llevar los valores a precios 2022 se utilizaron los valores oficiales reportados por el DANE de inflación enero a diciembre de 2018 a 2022.</p> <p>3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.</p> <p>Se calculó la suma anual de créditos otorgados por municipio para la apicultura en millones de pesos de 2022, para los años 2018 a 2022. Se calcula el factor de conversión o de indexación que se empleará para 2018, 2019, 2020 y 2021 de acuerdo con las cifras de la serie de IPC, con dichos factores se procede a transformar en términos reales los valores desembolsados para estos periodos y dejarlos expresados en pesos de 2022.</p> <p>Por último, se realiza la sumatoria anual de los valores totales desembolsados por parte de Finagro en crédito para apicultura por municipio entre los años 2018 y 2022.</p> <p>4. Clasificación por categoría de aptitud.</p> <p>Para la estimación de los rangos de aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3), se utilizó el criterio asociado a la regla de Pareto (80/20) que indica que aproximadamente el 80 % de las consecuencias es explicada por el 20 % de las causas. En este caso, el 80 % del total de crédito colocado es explicado aproximadamente por el 20 % de los municipios con colocaciones de crédito. El procedimiento entonces consiste en ordenar de mayor a menor los municipios, que, a precios constantes, suman mayor valor de crédito colocado; seguidamente se estiman las participaciones de cada municipio dentro del total del crédito evaluado.</p>



Finalmente, se estima una columna en la que se calcula el porcentaje acumulado de la distribución del crédito dentro de los municipios hasta que dicha acumulación llegue al 80 % de participación. Se verifica que el número de municipios que aportaron al 80 % del crédito, representen aproximadamente el 20 % del total de municipios.

De esta forma se definen tres agrupamientos, el primero formado por los municipios que aportaron al 80 % del total del crédito y el segundo grupo por los municipios que aportaron el 20% restante del total el crédito. El tercer grupo está formado por los municipios que no tuvieron ninguna colocación de crédito en apicultura en el periodo 2018-2022.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Millones de COP\$	Aptitud
> 59,23	Alta (A1)
≤ 59,23	Media (A2)
Sin créditos	Baja (A3)

Unidad de análisis

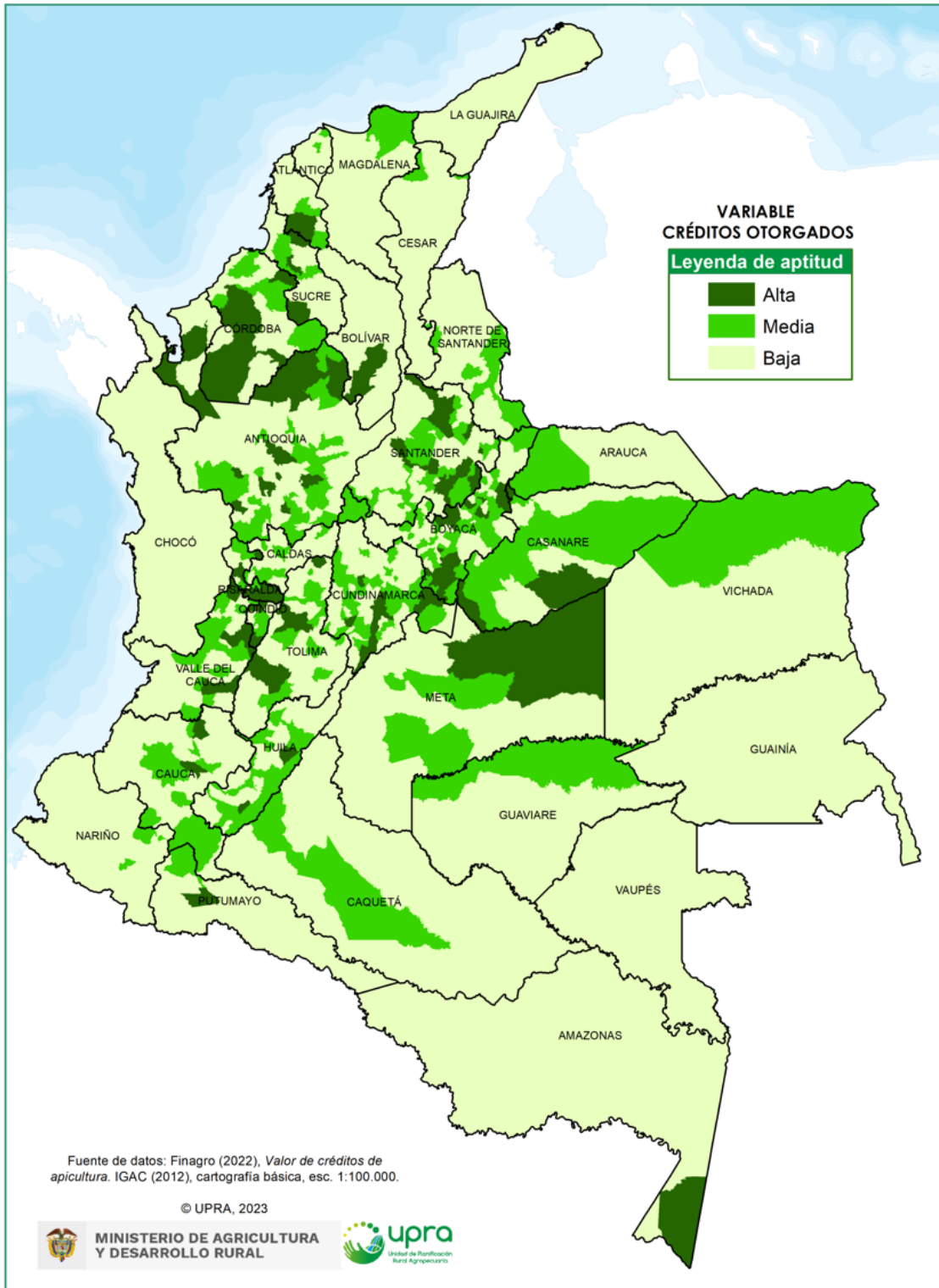
Millones de COP\$

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Finagro. (2022). Valor de *creditos otorgados para actividades de apicultura 2018-2022*. Bogotá.
- DANE. (2023). Índice de Precios al Consumidor – IPC.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.7.2. Variable zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>indicadores económicos</i>		
VARIABLE: <i>Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado constituidas por 344 municipios que son considerados como los más afectados por la violencia. Los incentivos se otorgan a los empresarios mediante una tarifa especial y progresiva del impuesto de renta para 10 años a partir del año 2017.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Busca el fortalecimiento de la productividad y la competitividad, acelerando el crecimiento y el desarrollo con la creación de empresa y la generación de empleo, a través de incentivos a los empresarios mediante una tarifa especial y progresiva del impuesto de renta para 10 años a partir del año 2017. Por medio de la priorización de las ZOMAC se logra incorporar geográficamente los potenciales incentivos tributarios para el desarrollo económico-social, el empleo y las formas organizadas d los campesinos, comunidades indígenas, afrodescendientes, raizales, palenqueras y productores rurales, donde el Estado está buscando cerrar la brecha económica y social existente entre ellas y el resto del país, frente al hecho que estos municipios han estado en desventaja históricamente por el conflicto armado frente a otras zonas del país.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Depende de la legislación y las decisiones de gobierno, lo que implica que los beneficios y estímulos tributarios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas. Adicionalmente, no existe forma en la que se pueda medir la manera en que están siendo aprovechados los incentivos y en qué actividades productivas se están concentrando.</p>		



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Minhacienda. Decreto No. 1650 de 2017.

2. Precisiones de la información.

Listado de municipios declarados ZOMAC.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se cuenta con la información para la totalidad de municipios del país respecto de si pertenecen o no a las ZOMAC lo que permite hacer un análisis nacional integral. Se constituye como una base de información dicotómica.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron así: aptitud alta (A1): Municipios declarados ZOMAC y aptitud media (A2): Resto de municipios.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y media (A2). Se excluye la posibilidad de que esta variable tome valores (A3) por considerar que sería un castigo en términos de aptitud para los municipios que no sean beneficiados.

Municipios	Aptitud
Declarados ZOMAC	Alta (A1)
Resto	Media (A2)
—	Baja (A3)

Unidad de análisis

Municipios

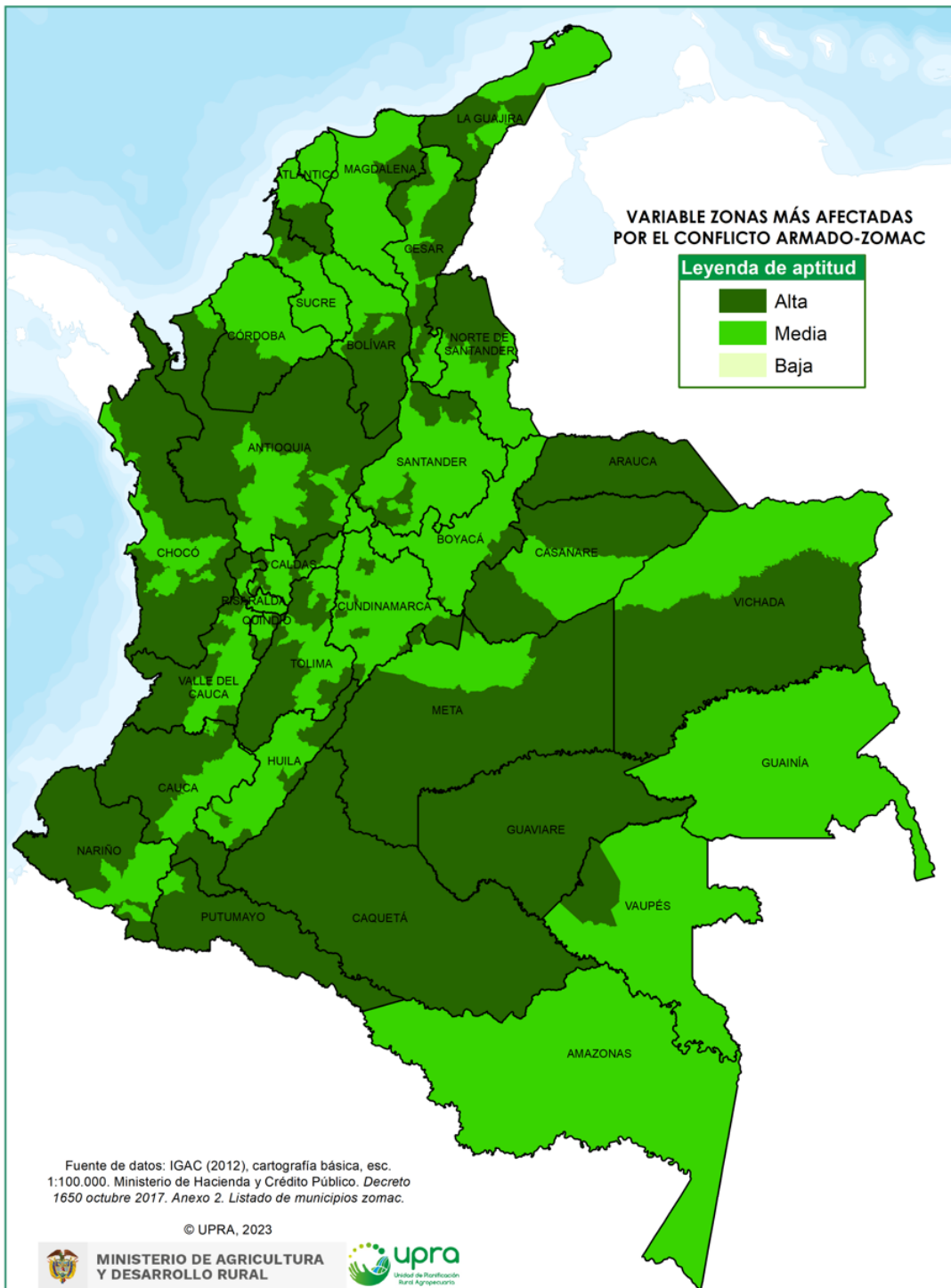
FUENTES DE INFORMACIÓN

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

MinHacienda. (2017). *Decreto 1650 de 2017*. Anexo 2 Listado de municipios zomac.



REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA DE LA VARIABLE





3.7.3. Variable programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: indicadores económicos		
VARIABLE: programas de desarrollo con enfoque territorial (PDET)	UNIDAD DE MEDIDA: municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Instrumento de planificación y gestión durante una década, a partir del año 2017, para llevar con prioridad y mayor celeridad a los territorios más afectados por el conflicto armado, con mayores índices de pobreza, economías ilícitas y debilidad institucional. Los territorios están conformados por 170 municipios, 16 subregiones y 11.000 veredas, con 32.808 iniciativas formuladas por las comunidades para transformar los PDET.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Resulta de gran importancia para los agentes económicos considerar este instrumento para la planificación de sus proyectos productivos, donde se proyecta una acción especialmente direccionada desde el gasto del gobierno nacional, junto con el sector privado, los gobiernos locales, las comunidades, los grupos étnicos y la cooperación internacional. Estos actores usarán las siguientes estrategias para dicha acción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Obras PDET:</i> Las comunidades son protagonistas en el proceso de construcción de sus obras. • <i>Obras por impuestos:</i> Mecanismo para que los contribuyentes ejecuten proyectos de impacto social. • <i>OCAD Paz:</i> Iniciativa que tiene como propósito destinar recursos de las regalías para ejecutar proyectos de inversión en los territorios PDET • <i>Proyectos productivos:</i> De la mano de las comunidades y entidades locales se adelantan proyectos para dinamizar la economía de los territorios PDET • <i>Estructuración de proyectos:</i> La ART entrega a las alcaldías la estructuración de proyectos para que los entes territoriales puedan presentarlos a diferentes fuentes de financiación. 		



- *Plan maestro de estructuración*: Iniciativa que busca identificar las estrategias y fuentes de financiación para estructurar proyectos PDET.
- *Yo me subo a mi PDET*: Comunidades y organizaciones se suben a los PDET mediante la ejecución directa de proyectos.
- *Proyectos integradores*: Proyectos con enfoque territorial, los cuales contemplan la intervención articulada, planeada y focalizada.
- *Cofinanciación*: De la mano con cooperación internacional avanza la implementación de los PDET

Los municipios PDET se constituyen como un direccionador de paz del Presupuesto General de la Nación con el accionar entre otros de los OCAD Paz, del Fondo Colombia en Paz, de la Agencia de Renovación del Territorio y del Fondo Colombia Sostenible. El sector privado y la cooperación internacional han identificado 77 proyectos sociales por COP\$ 615 mil millones dentro de la estrategia de obras por impuestos, mientras que la cooperación internacional tiene ya estructurada 250 iniciativas que responden a las necesidades de la población para convertir sus iniciativas en obras de infraestructura, soluciones de energía eléctrica, proyectos productivos, educación, salud y reconciliación.

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 recursos y estímulos económicos para estos territorios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas.

Adicionalmente, no existe forma en la que se pueda medir la manera en que están siendo aprovechados los incentivos y en qué actividades productivas se están concentrando.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Agencia de Renovación del Territorio (ART). (2020). Municipios priorizados con planes de desarrollo con enfoque territorial.

2. Precisiones de la información.

Listado de municipios declarados PDET.



3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se cuenta con la información para la totalidad de municipios del país respecto de si pertenecen o no a las PDET lo que permite hacer un análisis nacional integral. Se constituye como una base de información dicotómica.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron así: aptitud alta (A1): Municipios priorizados con PDET y aptitud media (A2): Resto de municipios.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y media (A2). Se excluye la posibilidad de que esta variable tome valores de aptitud baja (A3) por considerar que existen otras fuentes de financiación para municipios afectados.

Municipios	Aptitud
Declarados PDET	Alta (A1)
Resto	Media (A2)
-	Baja (A3)

Unidad de análisis

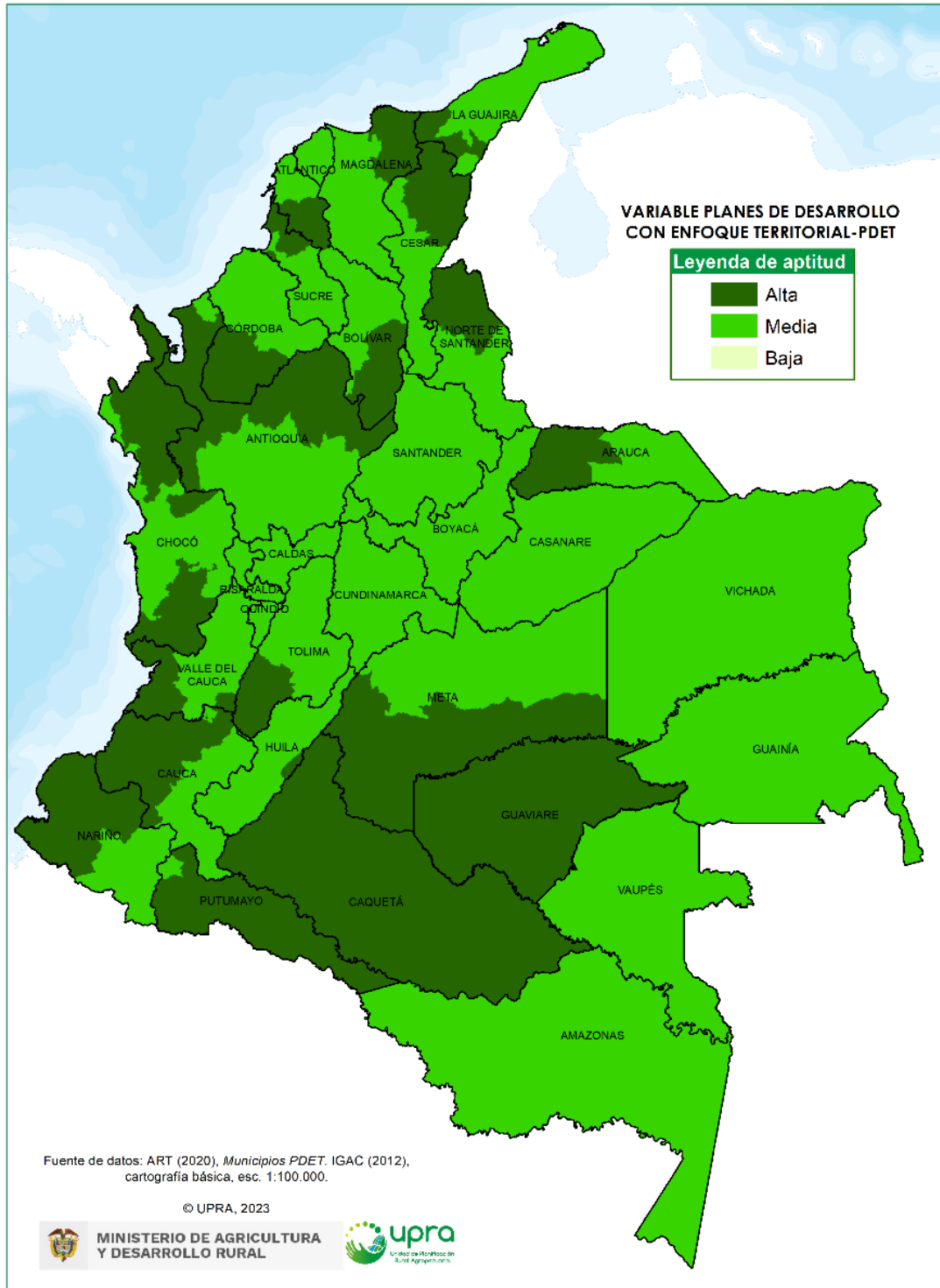
Municipios

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia de Renovación del territorio ART. (2022). *Municipios priorizados con planes de desarrollo con enfoque territorial*. Bogotá: ART
<https://centralpdet.renovacionterritorio.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/MunicipiosPDET.xlsx>
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA DE LA VARIABLE





3.7.4. Variable valor agregado pecuario municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: Económico
CRITERIO ASOCIADO: <i>indicadores económicos</i>		
VARIABLE: <i>valor agregado pecuario municipal</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Participación (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Aproximación al valor generado por actividades pecuarias en un municipio medido e integrado en función de la importancia relativa (participación porcentual) dentro del valor agregado agropecuario (agrícola + pecuario + pesquero + silvicultura) del municipio. Luego, se identifican los municipios con mayor capacidad de generación del valor agregado pecuario en miles de millones de pesos en valor agregado según los seis grupos homogéneos de municipios que establece el Departamento Nacional de Planeación (DNP) para la medición del desempeño municipal del año 2021. Los grupos son los siguientes: ciudades (13 ciudades principales); grupo 1 (nivel alto de capacidades); grupo 2 (medio alto); grupo 3 (nivel medio); grupo 4 (medio bajo); y grupo 5 (nivel bajo).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Muestra la composición principal de la producción agropecuaria municipal, permitiendo identificar si el municipio se inclina más hacia la generación de valor agregado en actividades pecuarias, o hacia los demás rubros del valor agregado agropecuario. Así, se identifican los municipios que dentro de su valor agregado agropecuario tiene una mayor participación las actividades pecuarias, lo que sugiere que en el territorio se desarrollen economías de escala sectoriales, sinergias entre productores, comercializadores y personal técnico.</p> <p>Esta variable incide en la percepción de los agentes económicos respecto al carácter preponderante del valor agregado agropecuario del municipio (más agrícola o pesquero, por ejemplo), y en este caso puntual de la producción apícola en su carácter eminentemente pecuario. La participación y el valor agregado pecuario es segregado de otras ramas de la actividad económica primaria en lo municipal, como lo son la agricultura, la silvicultura y la pesca.</p>		



A mayor participación del *valor agregado pecuario municipal* dentro del valor agropecuario municipal, mayor aptitud pecuaria identificada. Así mismo, a mayor valor agregado pecuario municipal en términos monetarios, comparado con municipios de su mismo nivel, el municipio presenta mayor nivel de aptitud.

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

Incapacidad para discriminar el valor generado pecuario para una actividad en particular, por ejemplo, la actividad apícola, la porcina o ganadería, o avicultura, de manera que esta variable es transversal para todas las actividades pecuarias evaluados en su aptitud.

Es decir, la mayor inclinación de un municipio hacia la generación de valor agregado pecuario no necesariamente obedece particularmente ni mayoritariamente a la actividad apícola. Igualmente, los municipios con mayor valor agregado pecuario identificado no necesariamente registren valores altos por la generación de valor en la actividad de producción de miel y/o polen, sino de otras actividades pecuarias incluida la apicultura. Se suma el valor agregado de la actividad porcícola, avícola, ovina, caprina, por ejemplo, así como de otras actividades pecuarias, para estimar el valor agregado pecuario municipal.

Finalmente, se debe mencionar que las mediciones para un año específico, en este caso 2021, pueden haber incluido eventos esporádicos como inundaciones o condiciones climáticas adversas que llevan a tener un menor valor agregado pecuario de manera transitoria en un municipio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. (2021). Cuentas Nacionales: Indicador valor agregado municipal, actividad pecuaria.

DNP. (2023). Seis Grupos de clasificación de la Medición de Desempeño Municipal para categorizar municipios “similares” según el nivel de capacidades iniciales de desarrollo territorial. Los grupos son: Ciudades (13 principales ciudades), Grupo 1 (nivel alto de capacidades), Grupo 2 (medio alto), Grupo 3 (nivel medio), Grupo 4 (medio bajo) y Grupo 5 (Nivel bajo).

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



2. Precisiones de la información.

Se tiene en cuenta la información de valor agregado a nivel municipal consolidado por el DANE. La participación y el valor agregado pecuario es segregado de otras ramas de la actividad económica primaria en lo municipal como lo son la silvicultura, la agricultura y la pesca.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

En un primer momento, se procede a calcular la participación del *valor agregado pecuario municipal* dentro del total de valor agregado agropecuario de cada municipio. Posteriormente, se ordena de mayor a menor los municipios de acuerdo con la participación de su valor agregado pecuario dentro del total agropecuario para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento. Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentaron menos del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método Dalenuis – Hodges.

El método estadístico Dalenuis – Hodges, permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre grupos, para la clasificación por aptitud se calcularon tres clústers ($k=3$).

El método Dalenuis – Hodges consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. Se aplica en el caso de una sola variable. El método se compone de los siguientes pasos:

1. Ordenar las observaciones de manera ascendente.
2. Agrupar las observaciones en J clases, donde $J = \min(L*10, n)$.
3. Calcular los límites de los intervalos que son abiertos a la izquierda y cerrados a la derecha a excepción del primero que es cerrado por ambos lados, para cada clase de la siguiente manera:

$$\text{Lim inf } C_k = \min\{X(i)\} + (K - 1) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$



$$\text{Lim sup } Ck = \min\{X(i)\} + (K) * \frac{\max\{X(i)\} - \min\{X(i)\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase

$$f_i \quad i \in \{1, \dots, J\}$$

5. Calcular la raíz cuadrada de frecuencia den cada clase.

6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$\sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^J \sqrt{f_i}$$

8. Los puntos de corte de cada estrato se toman sobre el acumulado de la raíz cuadrada de las frecuencias en cada clase de acuerdo a lo siguiente:

$$Q, 2Q, \dots, (h-1) Q$$

Si el valor de Q queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella clase que presenta la mínima distancia a Q, Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes a los límites inferior y superior de las clases comprendidas en cada estrato.

Como resultado, los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3) son:

Participación (%)	Aptitud
> 49,25	Alta (A1)
19,59-49,25	Media (A2)
< 19,59	Baja (A3)

En un segundo momento, se ordena de mayor a menos los municipios de acuerdo con el valor en miles de pesos del valor agregado agropecuario, de acuerdo con el grupo de capacidades al que pertenece según los grupos que establece el DNP para la medición del desempeño municipal:



Grupos de capacidades iniciales	% Población en cabecera 2019	Densidad poblacional (personas/km ²). 2019	Ingresos tributarios y no tributarios per capita (promedio 2016 - 2019)	Valor agregado municipal per cápita (promedio 2016 - 2019)	Densidad empresarial 2019
Ciudades	92,17	2456,07	\$ 616.824	\$ 18.071.424	22,97
G1 - Nivel Alto	62,07	451,48	\$ 634.140	\$ 26.906.086	35,71
G2 - Nivel Medio Alto	50,01	90,74	\$ 280.361	\$ 16.181.101	50,34
G3 - Nivel Medio	42,09	53,89	\$ 197.625	\$ 12.753.247	58,51
G4 - Nivel Medio Bajo	39,67	48,89	\$ 140.868	\$ 9.460.865	84,62
G5 - Nivel Bajo	26,95	54,16	\$ 85.252	\$ 6.597.249	228,96

Fuente: DNP(2023).

De acuerdo, a la metodología, planteada para definir el método de agrupación, se decidió utilizar el método de K-Medias. El resultado es el método multivariado de K-medias (UPRA), 2013).

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado, donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial se divide en 2 grupos el total de datos disponibles se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la



construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.

3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (2) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 2 posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

5. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
6. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
7. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

Finalmente, en un tercer momento, se combinan los resultados obtenidos en la aptitud de cada municipio, de manea que municipios con aptitud A1 en ambos cálculos tienen una aptitud final de A1, por ejemplo, como se muestra en la siguiente matriz:

VAPM % (Participación porcentual)	VAPM \$ (Unidades monetarias)	Aptitud final
A1	A1	A1
A1	A2	A1
A1	A3	A2
A2	A1	A1
A2	A2	A2
A2	A3	A2



A3	A1	A2
A3	A2	A2
A3	A3	A3

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).

Participación (%)	Aptitud
> 49,25	Alta (A1)
19,59 - 49,25	Media (A2)
< 19,59	Baja (A3)

Unidad de medida

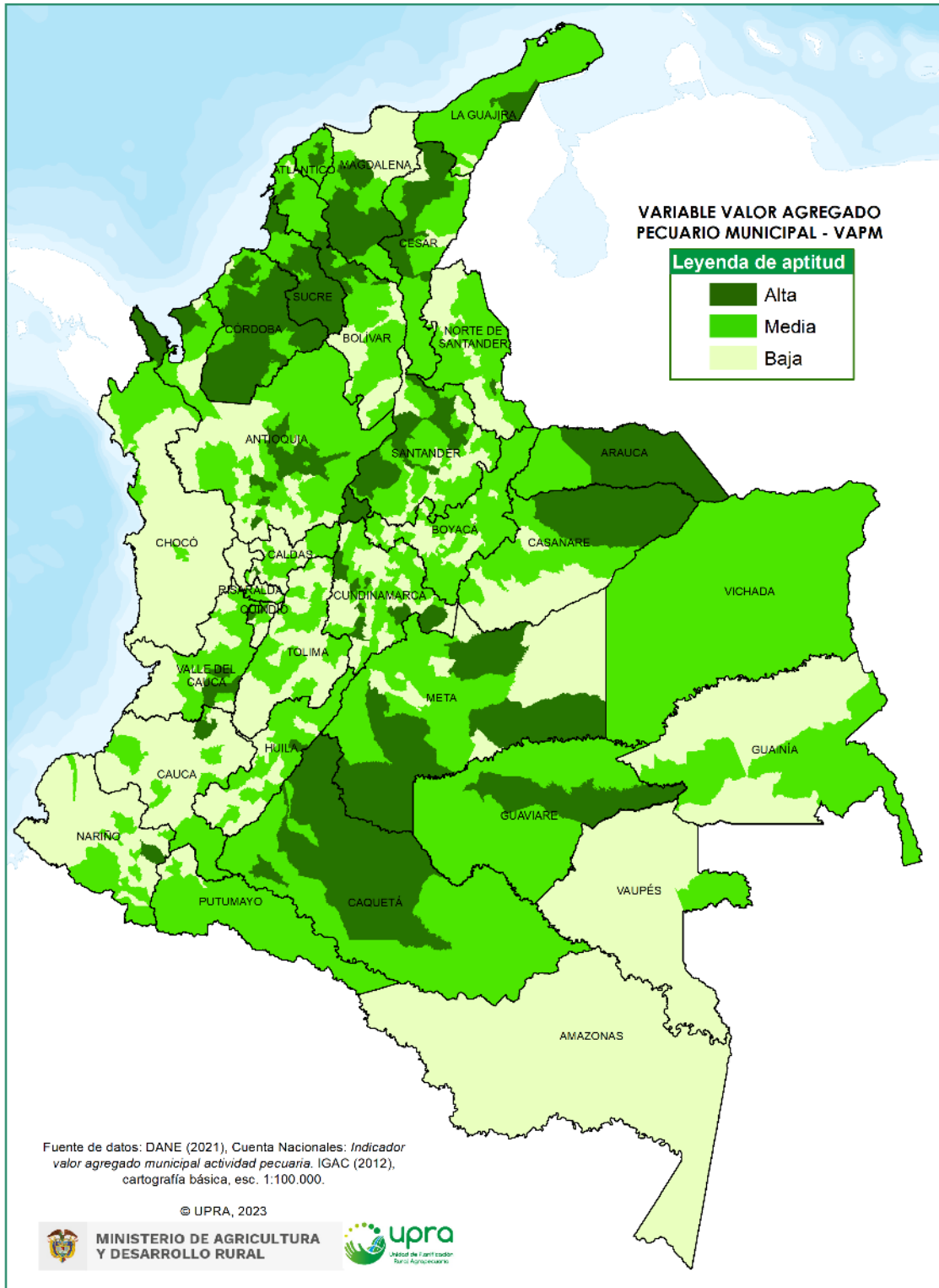
Participación (%)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2021). *Cuentas Nacionales: Indicador Valor Agregado Municipal, Actividad pecuaria.*
- DNP. (2023). Grupos de clasificación de capacidades iniciales en la Medición de Desempeño Municipal 2021
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRAFICA DE LA VARIABLE



3.7.5. Variable desempeño municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Económico	
CRITERIO ASOCIADO: <i>indicadores económicos</i>		
VARIABLE: <i>desempeño municipal</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Indicador MDM (puntaje)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Adopta la medición y la comparación del Departamento Nacional de Planeación en la publicación de la medición de desempeño municipal (MDM) para el año 2021. El objetivo consiste en comparar el desempeño municipal de las entidades territoriales, es decir, la capacidad de gestión en acciones/decisiones y los resultados de desarrollo en cuanto al aumento de la calidad de vida de la población. Tiene en cuenta las capacidades iniciales de esta población para incentivar una mejor gestión, la calidad del gasto y la inversión orientada a resultados (DNP, 2017).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Confirma si se cuenta con administraciones locales robustas, con capacidades institucionales adecuadas para cumplir las diferentes tareas, lo cual es una condición necesaria para el desarrollo territorial, lo que toma especial importancia en escenarios como el actual donde se busca un mayor fortalecimiento de la gestión descentralizada de las entidades regionales.</p> <p>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, 2018, pág. 7), y esta premisa es esencial para dinamizar e incentivar las actividades productivas agropecuarias en las zonas rurales del país.</p> <p>En Colombia los estudios del DNP han demostrado que un mejor desempeño municipal se asocia con mejores resultados en otras dimensiones, como eficiencia en la provisión de servicios públicos, menores tasas de pobreza y mayor competitividad, entre otros. Por ejemplo, el índice de ambiente regulatorio para creación de empresas — <i>Doing</i></p>		



Business — promovido por el Banco Mundial, tiene una correlación positiva y significativa con la nueva medición del desempeño municipal (DNP, 2018).

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Este indicador es global por municipio, lo que significa que no discrimina entre zonas urbanas y rurales dado que evalúa la información por ente territorial. Adicionalmente en el año 2021 para la medición del 2020 se tuvo una actualización metodológica lo que limita el nivel de comparabilidad en el tiempo.

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 el cual se actualizaron los estándares de evaluación, y se enfocó el desempeño municipal a la gestión pública orientada a resultados, que eran calculados mediante el índice de desempeño integral (IDI).

De acuerdo con el DNP (2018), el indicador MDM cuenta con las siguientes ventajas: permite la comparación entre grupos de municipios más homogéneos, definidos según un componente de capacidades iniciales, *rankings* al interior de grupos; el grupo de capacidades iniciales se calcula cada cuatro años con nuevos gobiernos locales; la posición del municipio se calcula dentro de su grupo de capacidades iniciales (el último puesto es máximo 218); mide entre grupos de municipios con capacidades iniciales similares; los indicadores de resultados 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 con 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:

La MDM está dividido en dos componentes, el de gestión de recursos y el de resultados de desarrollo, cada uno con cuatro dimensiones como se muestra tabla continuación:

Componente gestión de recursos	Componente resultados de desarrollo
Movilización de recursos propios (25 %)	Educación (25 %)



Ingresos tributarios y no tributarios sin recaudo por OT per cápita	Cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en educación media; sin contar los que están en extra-edad (por encima de la edad correspondiente para cada grado).
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).	Puntaje promedio en las secciones de matemáticas y lenguaje de las Pruebas SABER 11.
Participación de los recursos propios en la inversión.	Cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en educación transición; sin contar los que están en extra-edad (por encima de la edad correspondiente para cada grado).
Ejecución de recursos (25 %) *	Salud (25 %)
Ejecución en los sectores de desarrollo económico.	Cociente entre las defunciones de menores de un año ocurridas en un área geográfica, durante un año calendario, y los nacimientos ocurridos en el mismo período por mil nacidos vivo
Ejecución en los sectores de desarrollo social	Cobertura de vacunación pentavalente: (terceras dosis aplicadas de vacuna pentavalente en los menores de un año/ población total menor de un año a vacunarse) x 100
Ejecución en los otros sectores	Cobertura de salud: cobertura en salud calculada a partir del número de afiliados registrados en la BDUA en los regímenes contributivo y subsidiado a diciembre
Cumplimiento en el plazo inicial de los proyectos (SGR).	Servicios públicos (25 %)
Gobierno abierto y transparente (25 %)	Relación entre los usuarios del servicio de energía eléctrica y las viviendas.
Organización de la información (gestión documental)	Número de suscriptores con acceso dedicado a Internet sobre la población total
Rendición de cuentas	Relación entre los predios residenciales que tienen servicio y el total de los predios residenciales
Atención al ciudadano	Seguridad y convivencia (25 %)
Gestión de instrumentos de Ordenamiento Territorial (2 5%)	Hurtos por 10.000 habitantes
Recaudo predial efectivo.	Homicidios por 10.000 habitantes



Uso instrumentos de recaudo de Ordenamiento Territorial.	Casos de violencia intrafamiliar por 10.000 habitantes.
*Esta dimensión presenta cambios metodológicos en la MDM del año 2021, de manera que sus variables pasan de ser i) ejecución de recursos del SGP, ii) ejecución de recursos propios, iii) ejecución de otros recursos y iv) eficiencia del IGPR a ser i) ejecución en los sectores de desarrollo económico, ii) ejecución en los sectores de desarrollo social y iii) ejecución en los otros sectores iv) eficiencia del IGPR.	

Fuente: (DNP, 2018) y (DNP, 2023).

Descripción de las dimensiones y variables para el componente de gestión y el de resultados

El primer componente, enfocado en la gestión, incluye las acciones y decisiones que adelanta la administración local que buscan transformar los recursos en un mayor bienestar de la población y desarrollo, en su interior se subdivide en cuatro dimensiones y todos con igual peso (25 %), estos son: i) movilización de recursos propios, ii) ejecución de recursos, iii) gobierno abierto y transparencia, y iv) uso y recaudo por instrumentos de Ordenamiento Territorial (OT). Este componente a su vez reúne las siguientes 12 variables.

Dimensión movilización de recursos propios

Variable	Metodología	Fuente
Ingresos tributarios y no tributario sin recaudo por OT per cápita.	(Ingresos tributarios y no tributarios – recaudo por instrumentos de OT / población)	Operaciones efectivas de caja - OEC (DNP) y DANE
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).	Recaudo total mediante los cuatro instrumentos de ordenamiento territorial (predial, delimitación urbana, valorización y plusvalía) / población total	CUIPO (Categoría Única de Información del Presupuesto Ordinario) y Operaciones Efectivas de Caja
Participación de los recursos propios en la inversión.	(Inversión financiada con recursos propios/ Inversión total del municipio)	CUIPO y Operaciones Efectivas de Caja

Fuente: (DNP, 2018, pág. 13).

Ejecución de recursos

Variable	Metodología	Fuente
Ejecución sectores de desarrollo económico	Porcentaje de ejecución en los proyectos de inversión relacionados con los sectores de desarrollo económico	CUIPO



Ejecución sectores de desarrollo social	Porcentaje de ejecución en los proyectos de inversión relacionados con los sectores de desarrollo social	CUIPO
Ejecución otros sectores	Porcentaje de ejecución en los proyectos de inversión relacionados con otros sectores	CUIPO
Indicador eficiencia IGPR	Cumplimiento de la programación inicial de los proyectos de regalías ejecutados por el municipio	SGR

Fuente: (DNP, 2018, pág. 15) y (DNP, 2023, pág. 37).

Gobierno abierto y transparencia

Variable	Metodología	Fuente
Gestión documental	Implementación de la Ley 594 de 2000	GESTIONWEB
Rendición de cuentas	Evalúa los mecanismos que permite la participación ciudadana, propiciado por las entidades u organismos de la administración pública.	GESTIONWEB
Atención al ciudadano	Evalúa el nivel de cumplimiento por parte de las entidades territoriales frente las disposiciones básicas en materia de atención y servicio al ciudadano.	GESTIONWEB

Fuente: (DNP, 2018, pág. 18) y (DNP, 2023, pág. 37).

Gestión de instrumentos de OT

Variable	Metodología	Fuente
Tasa efectiva de recaudo predial	Recaudo predial/ valorización de los predios en la vigencia	IGAC/ CUIPO
Uso de instrumentos de OT	Número de instrumentos de ordenamiento territorial que usa la Entidad Territorial (plusvalía, predial, valorización y delineación)	CUIPO

Fuente: (DNP, 2018, pág. 20) y (DNP, 2023, pág. 37)

El segundo componente, el de resultados de desarrollo, 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 12 variables.



Educación

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura en educación media neta	Cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en educación media; sin contar los que están en extra-edad (por encima de la edad correspondiente para cada grado).	Min. Educación
Cobertura en transición media neta	Cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en educación transición; sin contar los que están en extra-edad (por encima de la edad correspondiente para cada grado)	Min. Educación
Pruebas Saber 11	Puntaje promedio en las secciones de matemáticas y lectura crítica de las pruebas Saber 11	ICFES 2021

Fuente: (DNP, 2018, pág. 24) y (DNP, 2023, pág. 37)

Salud

Variable	Metodología	Fuente
Mortalidad infantil, menores de un año	Cociente entre las defunciones de menores de un año ocurridas en un área geográfica, durante un año calendario, y los nacimientos ocurridos en el mismo período por mil nacidos vivo	DANE
Cobertura en vacunación pentavalente	(terceras dosis aplicadas de vacuna pentavalente en los menores de un año / población total menor de un año a vacunarse) x 100	Minsalud, disponible en Terridata
Cobertura en salud	Cobertura en salud calculada a partir del número de afiliados registrados en la BDUA en los regímenes contributivo y subsidiado a diciembre	Minsalud2021.

Fuente: (DNP, 2018, pág. 24) y (DNP, 2023, pág. 37)

Servicios

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura energía, zona resto	Relación entre los usuarios del servicio de energía eléctrica y las viviendas.	UPME
Penetración de internet (banda ancha residencia)	Número de suscriptores con acceso dedicado a internet sobre la población total de la vigencia.	MINTIC
Cobertura de acueducto y alcantarillado*	Relación entre los predios residenciales que tienen servicio y el total de los predios residenciales.	REC-SSPD-

Fuente: (DNP, 2018, pág. 24) y (DNP, 2023, pág. 37)



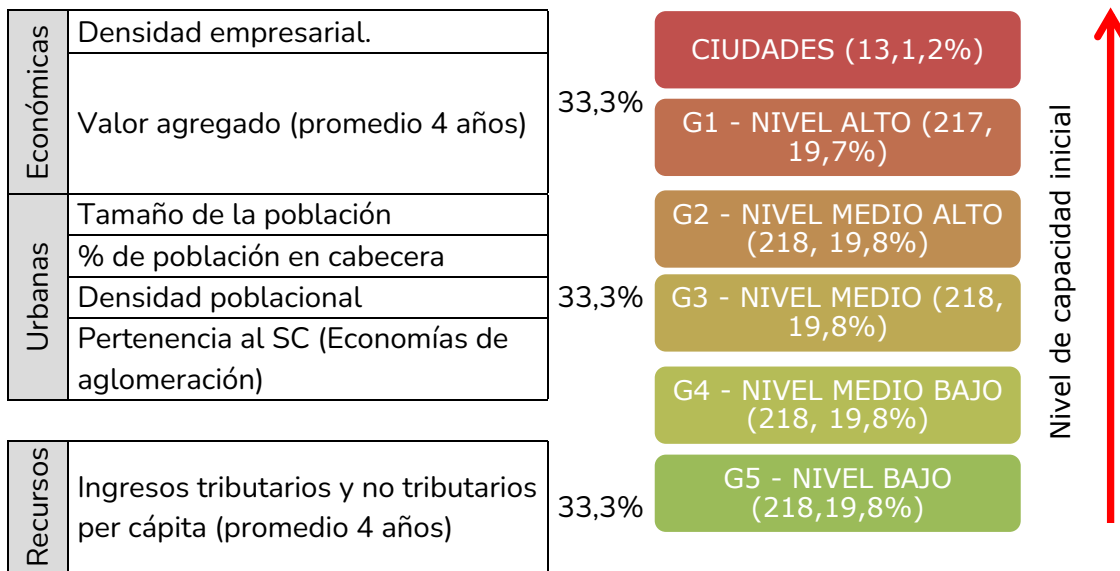
Seguridad y convivencia

Variable	Metodología	Fuente
Hurtos por cada 10.000 habitantes	Casos de hurtos reportados por cada 10.000 habitantes.	Mindefensa, Población DANE
Homicidios por cada 10.000 habitantes	Casos de homicidios por cada 10.000 habitantes.	
Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes	Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes.	

Fuente: (DNP, 2018, pág. 24) y (DNP, 2023, pág. 37)

Un factor diferencial que tiene esta metodología es que categoriza los municipios en grupos comparables que comparten ciertas características definidas como capacidades (dotaciones) iniciales, lo que permite un análisis comparativo según las diferencias estructurales en las trayectorias de desarrollo territorial. Para ellos, se definieron tres dimensiones: a) la actividad económica, b) las características demográficas y geográficas urbanas, y c) los recursos propios del ingresos tributarios y no tributarios. Lo anterior, permite la conformación de seis grupos de municipios, así:

Grupos comparables por nivel de capacidad inicial



Fuente: (DNP, 2018, pág. 32)

Para la estimación de las capacidades iniciales se utiliza el promedio de las variables de los cuatro años del gobierno saliente (2011-2015) y se estandarizan los indicadores



entre todos los municipios. Luego se define un índice de 0 a 1, donde 1 representa a aquellos municipios con mayor dinamismo económico (mayor valor agregado y mayor densidad empresarial) altamente urbanos y con los mayores recursos corrientes, y 0 para sus respectivas contrapartes.

En el año 2021 la metodología de clasificación municipal fue ajustada para la medición del desempeño 2020, en donde fundamentalmente se ajustó la temporalidad, puesto que la clasificación anterior se construyó con información del 2015 o del 2012-2015 mientras que la actualización toma la del 2019 o 2016- 2019. Esta nueva clasificación estará vigente del 2020 al 2023:

Grupos de capacidades iniciales	% Población en cabecera 2019	Densidad poblacional (personas/km ²) . 2019	Ingresos tributarios y no tributarios per capita (promedio 2016 - 2019)	Valor agregado municipal per cápita (promedio 2016 - 2019)	Densidad empresarial 2019
Ciudades	92,17	2456,07	\$ 616.824	\$ 18.071.424	22,97
G1 - Nivel Alto	62,07	451,48	\$ 634.140	\$ 26.906.086	35,71
G2 - Nivel Medio Alto	50,01	90,74	\$ 280.361	\$ 16.181.101	50,34
G3 - Nivel Medio	42,09	53,89	\$ 197.625	\$ 12.753.247	58,51
G4 - Nivel Medio Bajo	39,67	48,89	\$ 140.868	\$ 9.460.865	84,62
G5 - Nivel Bajo	26,95	54,16	\$ 85.252	\$ 6.597.249	228,96

Fuente: DNP (2023).

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Para determinar los rangos de aptitud para el ejercicio de evaluación de tierras se asumió la calificación del Indicador de Desempeño Municipal (MDM) que elaboró el DNP a partir de la metodología.

El indicador final de la MDM se encuentra expresado entre 0 y 100, donde un municipio con una puntuación cercana a 100 obtuvo un excelente desempeño en el componente de gestión, y a su vez buenos resultados de desarrollo, bien sea porque mantuvo sus condiciones o las mejoró frente al año anterior.



Adicionalmente, establece unos rangos de desempeño para determinar la clasificación del municipio de acuerdo con el puntaje final obtenido después del ajuste por resultados.

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 2021.

Indicador MDM (puntos)	Aptitud
≥ 55	Alta (A1)
45 - 55	Media (A2)
< 45	Baja (A3)

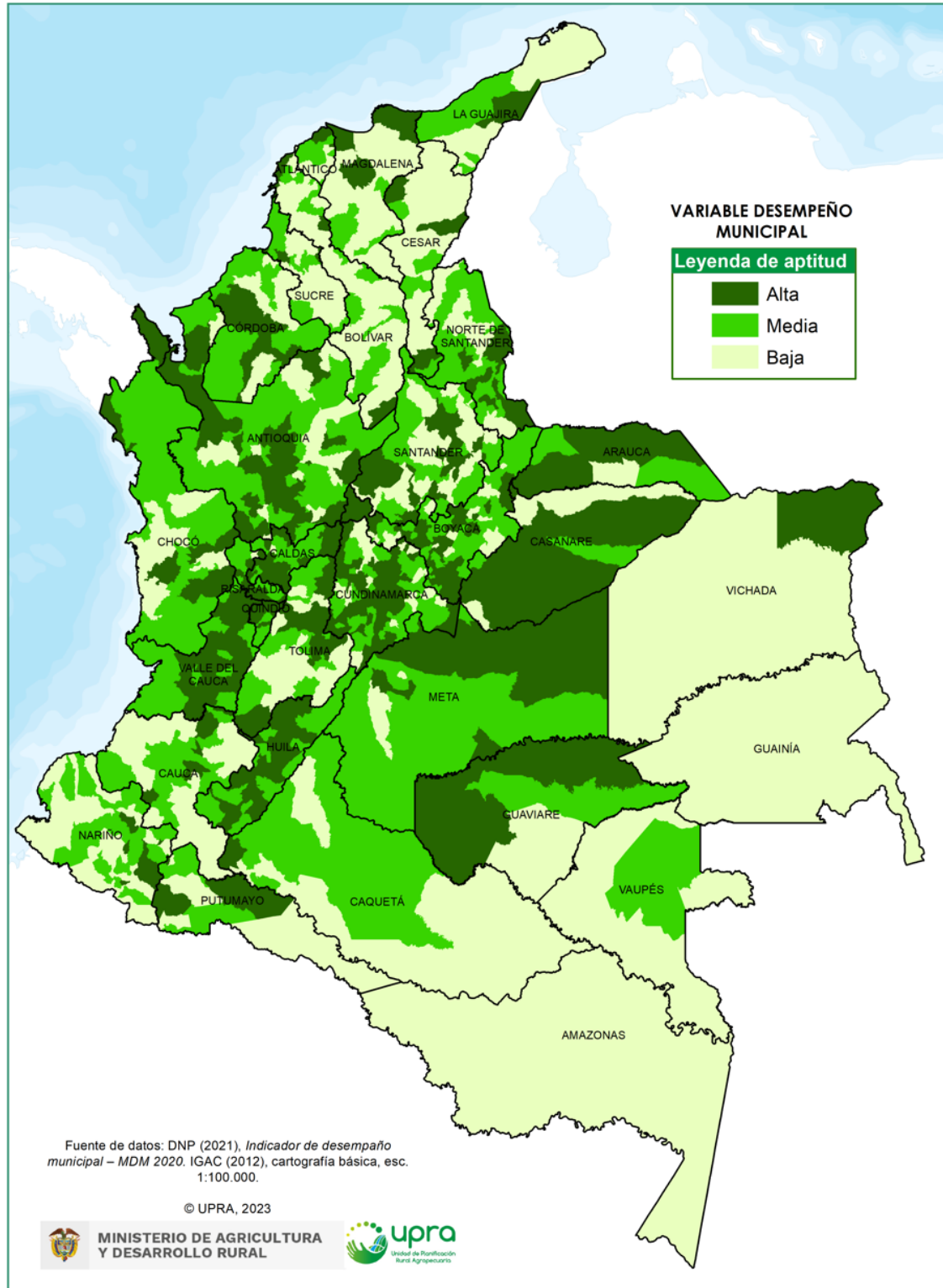
Unidad de análisis	Indicador de la medición del desempeño municipal MDM (puntaje)
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2021). Indicador de desempeño municipal *MDM 2020*. Bogotá: DNP.
- DNP. (2018) *Nueva Medición del Desempeño Municipal (MDM)*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.8 Criterio condiciones de vida

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico SUBCOMPONENTE: Social		
CRITERIO: <i>condiciones de vida</i>		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos</i>, expresadas en porcentaje de hogares con privaciones. - <i>Condiciones educativas del hogar</i>, expresadas en porcentaje de hogares con privaciones. - <i>Trabajo</i>, expresado en porcentaje de hogares con privaciones. - <i>Salud</i>, expresada en porcentaje de hogares con privaciones. - <i>Condiciones de la niñez y de la juventud</i>, expresadas en porcentaje de hogares con privaciones. 		
DEFINICIÓN		
<p>Indicadores estadísticos utilizados para estudiar la manera específica en que viven las personas, en un marco de tiempo y en una sociedad determinada, considerando como principales características vitales: salud, educación, empleo, entre otras, en la que se mide el grado de privación en las dimensiones que abarca la medición de la pobreza multidimensional, a través de datos censales, con indicadores municipales, que permiten determinar la naturaleza de la privación, la intensidad y profundidad de esta (DNP, 2014).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Muestra las privaciones vitales con las que la población debe integrarse al proceso productivo y necesidad de que los productores acceder a programas que busquen recortarlas. Aquellos municipios con menos hogares en situación de privación en cada variable cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades productivas.</p>		



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. Aquellos municipios con menos hogares en situación de privación en cada una de las dimensiones analizadas cuentan con poblaciones más aptas para participar funcionalmente en las dinámicas productivas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

La cantidad de hogares en situación de privación multidimensional es inversa a la aptitud del municipio. Municipios con mayores niveles de hogares en situación de privación multidimensional, como condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, salud, trabajo, acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda, que reflejan una menor competitividad socioeconómica para la ubicación de nuevos procesos productivos.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La mayor limitación de la información es su nivel de actualización dado que se basa en el censo nacional de población y vivienda de 2018 y no en una encuesta regular que permita evaluar los cambios en las condiciones de vida que se generan por la dinámica de los fenómenos socioeconómicos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de la variable asociada no se presenta ningún límite que permita calificar una zona como no apta (N1).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

Se utiliza la información de datos entregada por el DANE en los anexos de la *Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal* que permite avanzar en la medición de la pobreza municipal mediante un índice evolucionado y complementario a las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI). Este insumo se aproxima al estado de la pobreza municipal y sus múltiples dimensiones, por medio de comparaciones entre municipios. La principal virtud de esta información en el contexto de la zonificación es que se construyó usando la información del CNPV 2018.

No se evalúa la pobreza multidimensional rural sino las tasas de privación por cada dimensión.

Dicha estimación aproximada utiliza fuentes instrumentales para dos de los 15 indicadores utilizados. Concretamente en el indicador empleo informal se utiliza información del registro de la PILA dado que el Censo nacional de población y vivienda no contó con información de afiliación a pensiones. Por otra parte, en el indicador *Sin*



aseguramiento en salud se utilizó la información de registros administrativos de la Base Unida de Afiliados y el DEX para entidades del régimen de excepción y especial.

2. Precisiones de la información

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación (Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y Encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) y 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, son posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por *Oxford Poverty and Human Development Initiative*. En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación en los municipios.

Los 15 indicadores utilizados en la estimación de todas las variables del criterio son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

Se separa la información de privaciones a nivel municipal y se selecciona lo referente al área de centros poblado y rural disperso. Se agrupan los indicadores por las cinco dimensiones a las que pertenecen. Se calculan los agrupamientos multivariados entre los indicadores de cada dimensión de análisis agrupadas en cada variable que pertenecen al criterio.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP (*Analytics*



Hierarchy Process), condensada en la matriz de comparaciones pareadas de cinco variables, posteriormente, teniendo en cuenta el software PriEsT (*Priority Estimation Tool*), se calcularon las ponderaciones de cada una de ellas dentro del criterio, según las categorías de aptitud, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variable	Condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos	Condiciones educativas del hogar	Trabajo	Salud	Condiciones la niñez y la juventud	Peso ponderado (%)
Condiciones de vida	Condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos	1					43,5
	Condiciones educativas del hogar	1/3	1				28,0
	Trabajo	1/3	1/3	1			16,3
	Salud	1/5	1/5	1/3	1		7,7
	Condiciones de la niñez y juventud	1/5	1/5	1/5	1/3	1	4,5

La escala de importancia dentro del proceso *AHP* tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

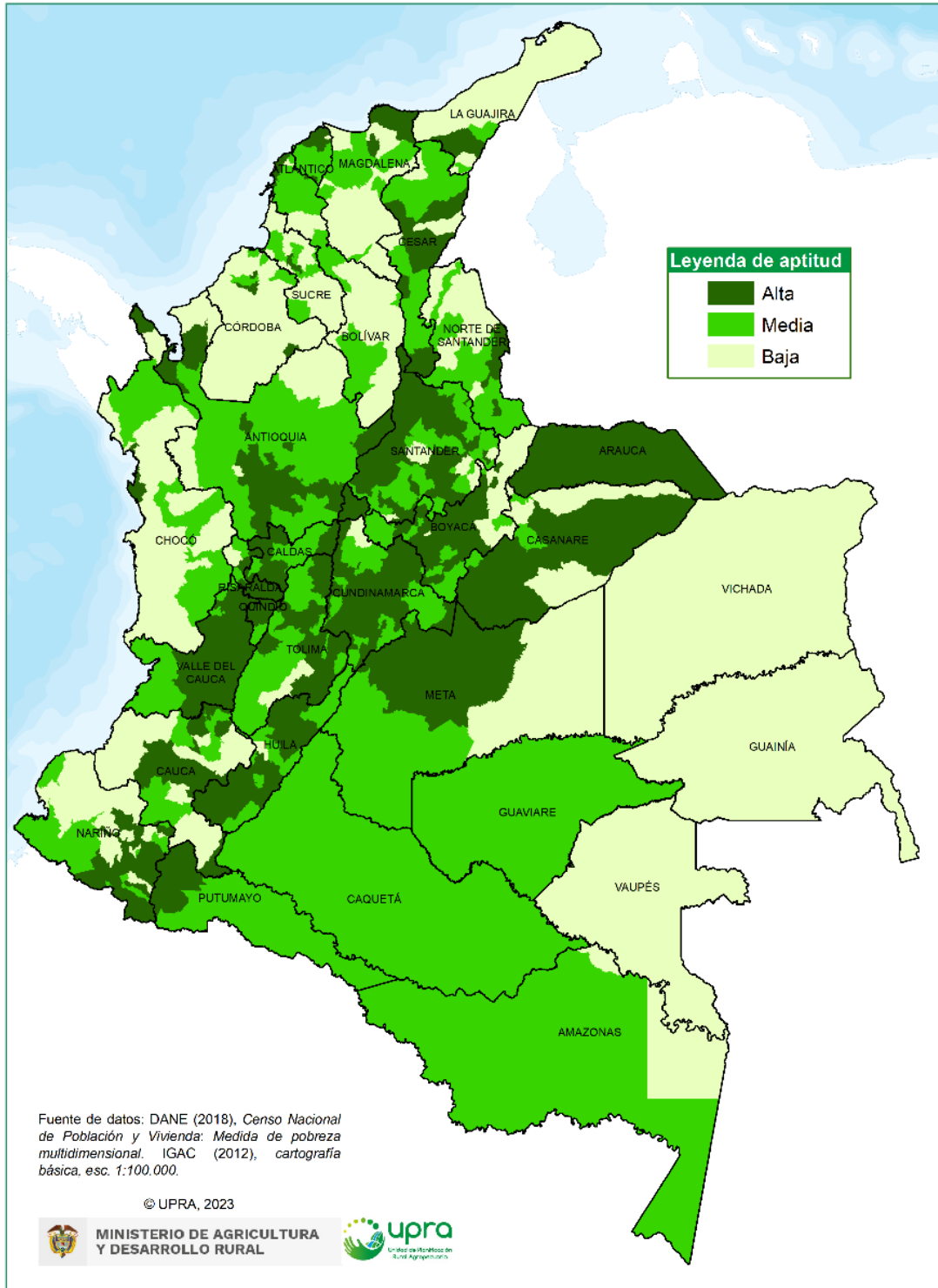
1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importantes				Igual en importancia	Más importantes			

FUENTES DE INFORMACIÓN

-
- DANE. (2018). Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





3.8.1. Variable condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: condiciones de vida		
VARIABLE: condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Refleja las condiciones habitacionales de los pobladores de las zonas rurales, para lo cual se entrecruza la información según los siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación de acceso a fuente de agua mejorada:</i> en el caso de los hogares rurales, una persona se considera privada si obtiene el agua de un pozo sin bomba, agua lluvia, río, manantial, carrotanque, aguatero, agua embotellada o agua en bolsa.</p> <p><i>Privación por inadecuada eliminación de excretas:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar rural que no cuenta con inodoro sin conexión, letrina o bajamar; o no tienen servicio sanitario.</p> <p><i>Privación por inadecuado material de pisos:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar cuya vivienda cuenta con pisos de tierra, arena o barro.</p> <p><i>Privación por inadecuado material de paredes exteriores:</i> un hogar rural se considera en privación si su vivienda tiene paredes de guadua u otro vegetal, zinc, tela, cartón, deshechos; o no tiene paredes.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales 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 donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones de vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios cuentan con poblaciones</p>		



más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.

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

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en la vivienda y el acceso a servicios públicos domiciliarios se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

Se utilizó la información de datos del DANE en los anexos de la “Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal” que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se toman los indicadores de hacinamiento crítico, pisos y paredes exteriores inadecuadas, inadecuada eliminación de excretas y sin acceso a fuentes de agua mejorada para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden específico.

2. Precisiones de la información

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación, la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y la Encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional), a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, son posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.



La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por *Oxford Poverty and Human Development Initiative*. En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,4 a 58,1 % para el hacinamiento crítico, 0,5 a 97,6 % para inadecuada eliminación excretas, 0,1 a 75,7 % para material inadecuado en paredes exteriores, 0,1 a 92,1 % para material inadecuado de pisos y 0,4 a 97,1 % para sin acceso a fuentes de agua mejorada, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se realizó un análisis de consistencia en la que se observa 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 evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentaron más del 5 % de datos atípicos la decidió utilizar el método de K-medias. El resultado es el método multivariado de K-Medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.



Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. El total de datos disponibles se divide en 3 grupos y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (tres) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).



RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la especialización 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 en cada variable (por ejemplo, inadecuado material de piso o Inadecuada eliminación de excretas, etc.). Así las cosas, a la agrupación de municipios resultante se le saca el promedio de privaciones de acuerdo con el dato centroide; y la agrupación con menor promedio corresponden a los municipios A1, la agrupación con el promedio de centroide intermedio será A2 y la de mayor promedio de privaciones según el centroide corresponde a los municipios A3.

Hacinamiento crítico	Inadecuada eliminación de excretas	Inadecuado material de paredes exteriores	Inadecuado material de piso)	Sin acceso a fuentes de agua mejorada	Aptitud
6,7	16,3	2,8	13,7	22,7	Alta (A1)
9,0	41,0	3,0	14,7	67,4	Media (A2)
16,7	46,3	8,8	58,3	51,2	Baja (A3)

Unidad de análisis

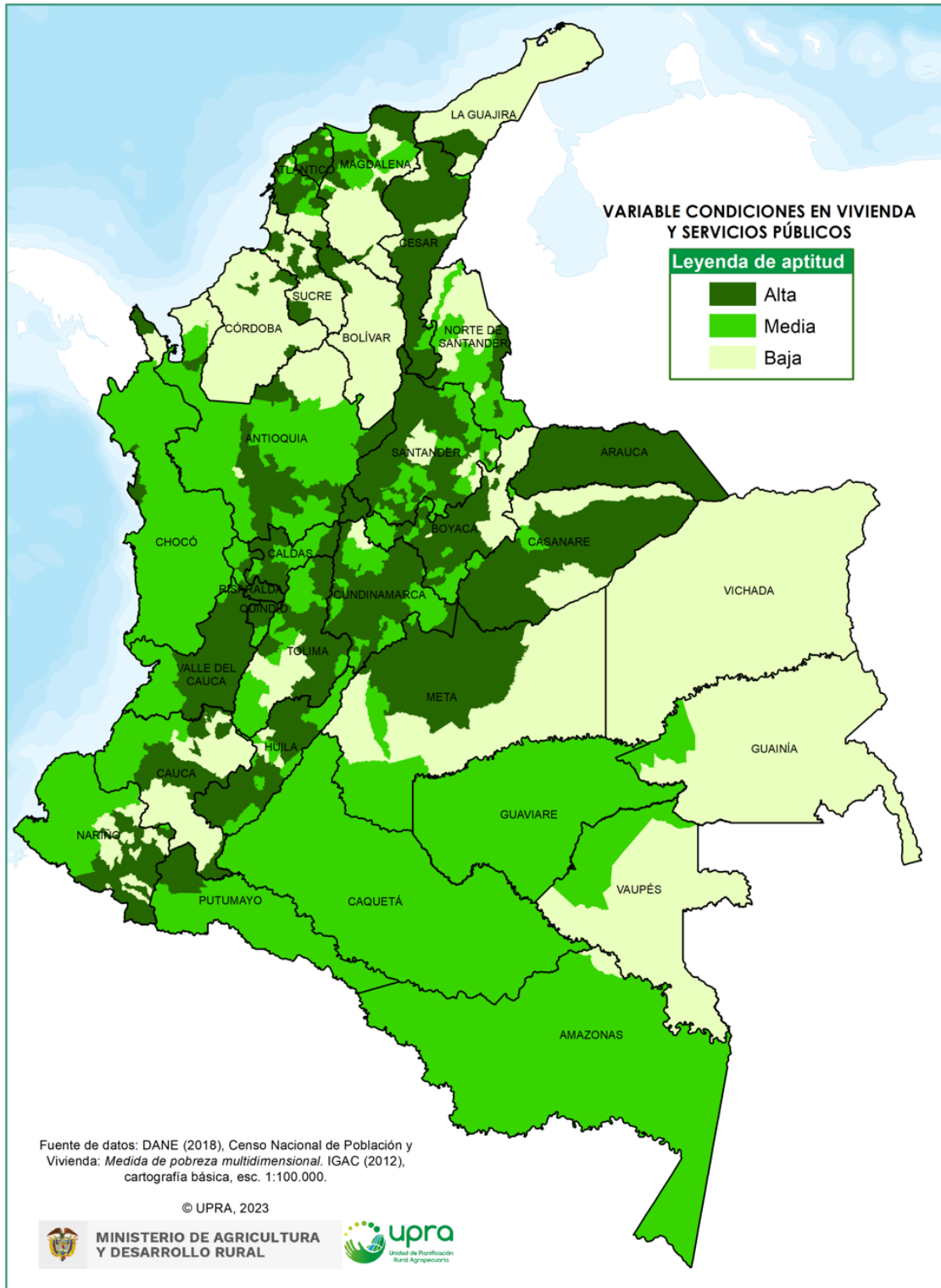
Porcentaje de hogares con privaciones (%)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.8.2. Variable condiciones educativas del hogar

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico	SUBCOMPONENTE: Social	
CRITERIO: condiciones de vida		
VARIABLE: condiciones educativas del hogar	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Porcentaje de hogares de los centros poblados y rurales dispersos con privaciones combinadas en siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación de logro educativo:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar donde la educación promedio de las personas mayores de 15 años es menor a 9 años de educación.</p> <p><i>Privación por analfabetismo:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar en el que hay, al menos, una persona de 15 años o más que no sabe leer ni escribir.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar los territorios rurales donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la educación de los hogares es menos generalizada y donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en sus condiciones educativas (que reflejan mejores tasas de alfabetismo y mayor logro educativo) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Los indicadores de privación en condiciones educativas se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.</p>		



VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO
El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE
Los indicadores de privación en condiciones educativas se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN
<p>1. Información</p> <p>Se utilizó la información de datos entregada del DANE en los anexos de la <i>Medida de pobreza multidimensional municipal</i> con información censal que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.</p> <p>Se tomaron los indicadores de analfabetismo y bajo logro educativo para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden específico.</p> <p>2. Precisiones de la información</p> <p>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, donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación, la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y la Encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional) a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible una desagregación geográfica de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.</p> <p>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 <i>Oxford Poverty and Human Development Initiative</i>. En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.</p>



3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 2,4 a 57,7 % para el analfabetismo y 27,4 a 96,7 % para bajo logro educativo, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se 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 evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentaron más del 5 % de datos atípicos se determinó utilizar el método de K-Medias. El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. El total de datos disponibles se divide en tres grupos y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.



3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados tres y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en porcentaje (%) de hogares con privaciones. A cada agrupamiento de municipios se le calcula el promedio de privaciones (alfabetismo y bajo logro educativo) y la agrupación tenga el menor promedio de privaciones corresponden a A1, el nivel intermedio será A2 y la agrupación de municipios con el promedio más alto corresponderá a aptitud A3.

Aptitud	Analfabetismo	Bajo logro educativo
Alta	12,2	59,89
Media	18,5	81,61
Baja	33,75	82,9

Unidad de análisis

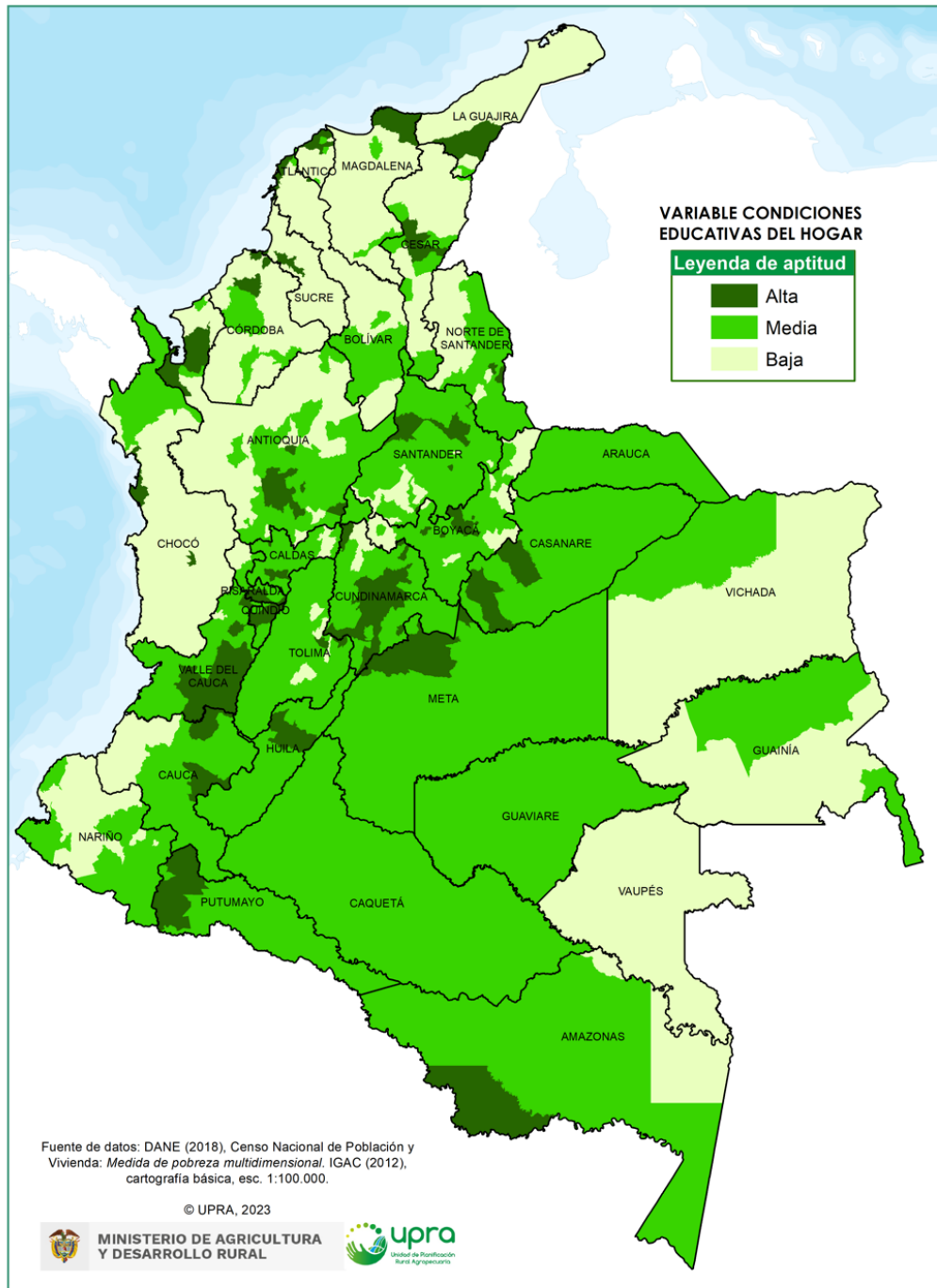
Porcentaje de hogares con privaciones (%)



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.8.3. Variable trabajo

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: Social
CRITERIO: condiciones de vida		
VARIABLE: trabajo	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Corresponde al porcentaje de hogares de los centros poblados y rurales dispersos de municipios con privaciones combinadas en los siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación por tasa de dependencia económica:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar con dependencia de más de tres personas por miembro ocupado.</p> <p><i>Privación por empleo formal:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un ocupado sin afiliación a pensiones.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales donde la 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 que le permiten aportar a un proceso productivo.</p> <p>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 y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en aspectos relacionados con el trabajo, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los indicadores de privación en el trabajo se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

Se utilizó la información de datos del DANE en los anexos de la Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se tomaron los indicadores de empleo informal y tasa de dependencia para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden específico.

2. Precisiones de la información

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación, la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y la Encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional), a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, son posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por *Oxford Poverty and Human Development Initiative*. En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 61,4 a 100 % para el empleo informal y del 13,3 a 97,7 % para tasa de dependencia, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del



país. Se realiza un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se determina el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentaron más del 5 % de datos atípicos se decidió utilizar el método de K-Medias. El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que son inversamente proporcionales a los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. El total de datos disponibles se dividen en tres grupos y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (tres) y se suman dichos valores para todos los datos de este clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se



recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.

5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-Medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporten información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

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 en cada variable (por ejemplo, trabajo informal y tasa de dependencia). A la agrupación de municipios resultante se le calcula el promedio de privaciones de acuerdo con el dato centroide; y la agrupación con menor promedio corresponden a los municipios A1, la agrupación con el promedio de centroide intermedio será A2 y la de mayor promedio de privaciones según el centroide corresponde a los municipios A3.

Trabajo informal	Tasa de dependencia	Aptitud
85,3	30,3	Alta (A1)
92,6	45,3	Media (A2)
94,7	69,1	Baja (A3)

Unidad de análisis

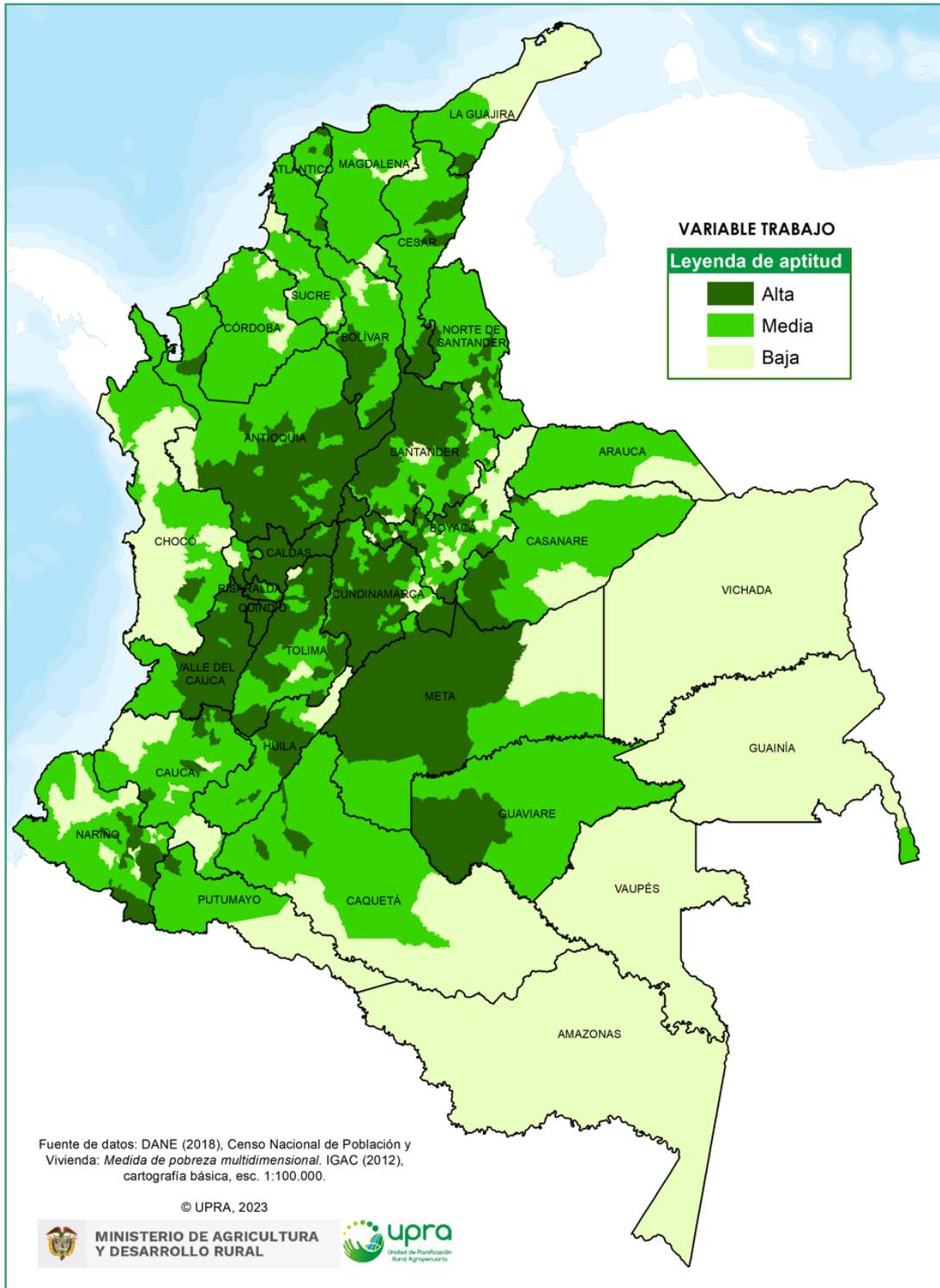
Porcentaje de hogares con privaciones (%)

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2018) Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





3.8.4. Variable salud

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: Social
CRITERIO: <i>condiciones de vida</i>		
VARIABLE: <i>salud</i>	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Refleja las limitaciones de las condiciones de salud en las zonas rurales manifestadas de acuerdo con los siguientes indicadores:</p> <p><i>Privación por barreras de acceso a la salud dada una necesidad:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona que en los últimos 30 días tuvo una enfermedad, un accidente o algún otro problema de salud que no haya implicado hospitalización y que para tratar el problema no acudió a un médico general, especialista, odontólogo, terapeuta; o a una institución de salud.</p> <p><i>Privación por falta de aseguramiento en salud:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, una persona mayor de 5 años que no se encuentra asegurada en salud; es decir, si presenta alguna de las siguientes opciones en estado de afiliación: desafiliado (DE), retirado (RE) e interrumpido por migración (RX).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con la salud de los hogares es menos generalizada y donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en su salud (reflejan mejores tasas de aseguramiento en salud y barreras de acceso a servicios) cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p>		



<p>Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en los servicios de salud, condicionan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en sus territorios.</p>
<p>VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO</p>
<p>El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).</p>
<p>LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</p>
<p>Los indicadores de privación en salud se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.</p>
<p>METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</p>
<p>1. Información</p> <p>Se utilizó la información de datos del DANE en los anexos de la <i>Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal</i> que se construyó usando la información del CNPV 2018, lo que hizo posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso. 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 reporta información sin un orden específico.</p>
<p>2. Precisiones de la información</p> <p>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, con publicación anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación, la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y la Encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional), a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, es posible una desagregación geográfica de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.</p> <p>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 <i>Oxford Poverty and Human Development Initiative</i>. En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.</p>



3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,1 a 44,2 % para barreras de acceso a servicios de salud y 3,4 a 68,7 % para sin aseguramiento en salud, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se 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 evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia Q_3 y Q_1 . Dado que se presentaron más del 5 % de datos atípicos se decidió es utilizar el método de K-Medias. El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967), se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. El total de datos disponibles se divide en tres grupos y se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.



3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (tres) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de K-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clústeres alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

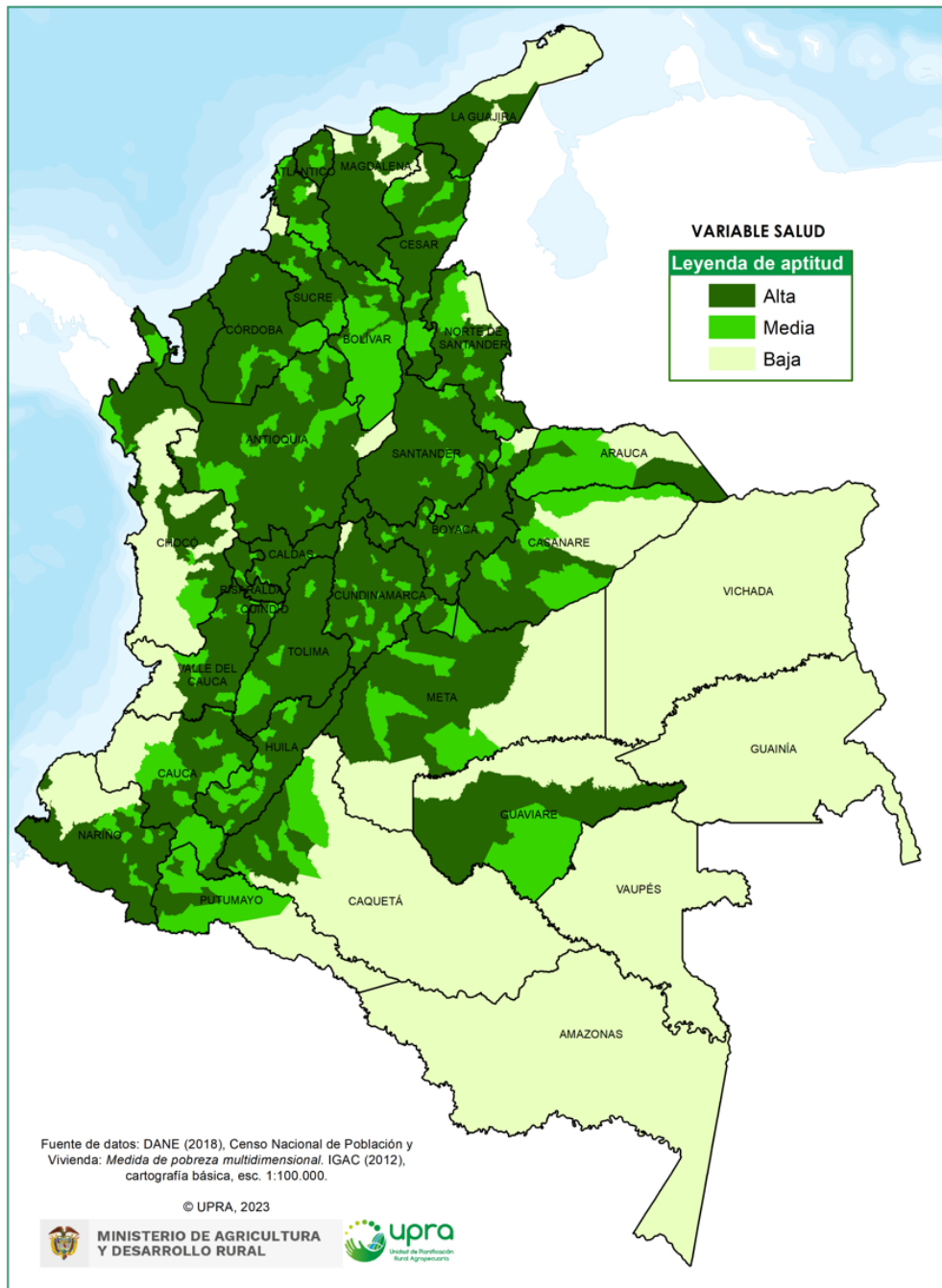
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en porcentaje (%) de hogares con privaciones.

En cada variable (por ejemplo, barreras de acceso y sin aseguramiento den salud). A la agrupación de municipios resultante se le calcula el promedio de privaciones de acuerdo con el dato centroide; y la agrupación con menor promedio corresponden a los municipios A1, la agrupación con el promedio de centroide intermedio será A2 y la de mayor promedio de privaciones según el centroide corresponde a los municipios A3.

Barreras de acceso a servicios	Sin aseguramiento en salud	Aptitud
3,3	12,7	Alta (A1)
13,5	13,4	Media (A2)
6,6	33,0	Baja (A3)



Unidad de análisis	Porcentaje de hogares con privaciones (%)
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • DANE. (2018). Censo nacional de Población y Vivienda: Medida de pobreza multidimensional. Bogotá: DANE. • IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. Bogotá: IGAC. 	
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	





3.8.5. Variable condiciones de la niñez y de la juventud

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
COMPONENTE: Socioeconómico		SUBCOMPONENTE: social
CRITERIO: condiciones de vida		
VARIABLE: condiciones de la niñez y de la juventud	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje de hogares con privaciones (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Porcentaje de hogares de las zonas rurales con privaciones combinadas en las siguientes variables:</p> <p><i>Privación por inasistencia escolar:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 6 y 16 años que no asiste a una institución educativa.</p> <p><i>Privación por rezago escolar:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 7 y 17 años con rezago escolar con un número de años aprobados inferior a la norma nacional.</p> <p><i>Privación de acceso a los servicios para el cuidado de la primera infancia:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 0 y 5 años sin acceso a todos los servicios de cuidado integral, es decir, de salud y cuidado.</p> <p><i>Privación por trabajo infantil:</i> una persona se considera privada si pertenece a un hogar que tiene, al menos, un niño de entre 12 y 17 años trabajando</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite identificar aquellos territorios rurales donde la incidencia de privaciones en aspectos relacionados con las condiciones de la niñez y de la juventud de los hogares es menos generalizada y donde se espera que la población tenga una mayor posibilidad de desarrollo de sus capacidades humanas y aportar a un proceso productivo.</p> <p>Aquellos municipios con menor porcentaje de hogares en situación de privación en las</p>		



condiciones de la niñez y de la juventud cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

Municipios con mayor porcentaje de hogares en situación de privación en las condiciones de la niñez y de 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 de la juventud se expresan en porcentaje de hogares y no a nivel de personas, limitando el análisis en términos individuales y en número total de privaciones en el territorio.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

Se utilizó la información de datos del DANE en los anexos de la *Medida de pobreza multidimensional municipal con información censal* que se construyó usando la información del CNPV 2018, por lo que es posible hacer desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso.

Se tomaron los indicadores de inasistencia y rezago escolar, barreras para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil para los 1122 municipios y corregimientos no municipalizados, de los que se reporta información sin un orden específico.

2. Precisiones de la información

Colombia tiene dos medidas oficiales de pobreza que son complementarias entre sí: la pobreza monetaria y la pobreza multidimensional. La metodología para la estimación de cada una de estas medidas se encuentra oficializada en el CONPES 150 de 28 de mayo de 2012, en donde se determinó que su publicación se realiza de manera anual según la disponibilidad de las encuestas utilizadas en su estimación, la Gran encuesta integrada de hogares (GEIH) para la pobreza monetaria y la Encuesta de calidad de vida (ECV) para la pobreza multidimensional. Sin embargo, estas encuestas solo permiten llegar a niveles de desagregación geográfica departamental (pobreza multidimensional), a 23 ciudades capitales y 23 departamentos (pobreza monetaria). Con la información del CNPV 2018, son posibles desagregaciones geográficas de cabeceras y centros poblados y rural disperso dentro de cada municipio.

La metodología usada por el DANE es una aproximación a la construcción del índice de pobreza multidimensional oficial para Colombia, que sigue la metodología de Alkire y Foster desarrollada por *Oxford Poverty and Human Development Initiative*. En ese sentido la medida de pobreza multidimensional con fuente censal no es comparable ni



sustituye el índice oficial de pobreza multidimensional oficial del DANE y puntualmente en los ejercicios de zonificación no se usa la información sobre pobreza, sino los indicadores de privación a nivel municipal.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La información se presenta consistente al estar expresada en valores que van de 0,3 a 34,6% para las barreras de acceso a servicios de cuidado para la primera infancia, entre 0,1 y 12,7 % para el trabajo infantil, entre 0,7 y 42,8 % para inasistencia escolar y entre 4,9 y 62,1 % para rezago escolar, con información disponible para todos los municipios y corregimientos no municipalizados del país. Se 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 evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1,5 * RI, Q_3 + 1,5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia $Q_3 - Q_1$. Dado que se presentaron más del 5 % de datos atípicos la decidió utilizar el método de K-Medias. El resultado es el método multivariado de K-medias.

4. Clasificación por aptitud.

El algoritmo de K-Medias, como otros métodos de agrupamiento, parte de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si $d(i, j) > d(i, k)$ indica que el objeto i es más parecido a k que a j . El método de K-Medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 3 para las aptitudes A1, A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento multivariado esta sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio que en este caso está relacionada con privaciones que se relaciona inversamente con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. El total de datos disponibles se divide en 3 grupos y se calcula el centroide (centro



geométrico del clúster) como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.

3. Dado que el algoritmo de K-Medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres es inicialmente calculados (tres) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los tres posibles y se recalculan los centroides con los nuevos agrupamientos.
5. Iterativamente, se van actualizando los centroides en función de las asignaciones de puntos a clúster, hasta que los centroides dejen de cambiar.

Como parte del mismo proceso, el procedimiento de k-medias considera una fase de validación que consiste en lo siguiente:

1. Evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (*outliers*).
2. Comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos.
3. Comparar los resultados de los agrupamientos con los derivados de otras técnicas de agrupamiento para determinar si los resultados están describiendo el fenómeno socioeconómico en estudio.

La validación se puede desarrollar tanto por criterios internos como externos que aporte información adicional como los relacionados con la entropía y la pureza, como también por criterios internos generados a partir de los propios datos como la suma de los cuadrados de las distancias al interior y entre clúster (cohesión y separación).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3). Se describe cada agrupamiento a partir de los centroides dados por el valor promedio de cada indicador para los municipios en cada nivel de aptitud expresado en porcentaje (%) de hogares con privaciones. A la agrupación de municipios resultante se le calcula el promedio de privaciones de acuerdo con el dato centroide para cada variable (Barreras de acceso o trabajo infantil, por ejemplo); y la agrupación con menor promedio corresponden a los municipios A1, la agrupación con el promedio de centroide intermedio será A2 y la de mayor promedio de privaciones según el centroide corresponde a los municipios A3.

Barreras de acceso	Trabajo infantil	Inasistencia escolar	Rezago escolar	Aptitud
1,7	1,7	4,2	15,7	Alta (A1)



4. Fichas metodológicas de restricciones legales

4.1. Criterio restricciones legales

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO: <i>restricciones legales</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	✓
	Condicionante legal	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Ecosistemas estratégicos (páramos):</i> corresponde a los polígonos de páramos.</p> <p><i>Áreas protegidas:</i> corresponde a los polígonos de áreas del sistema de parques nacionales naturales, polígonos de parques naturales regionales y polígonos de reservas forestales protectoras, otras áreas protegidas locales y polígonos de zonas de preservación y recuperación para la preservación del área de manejo especial de La Macarena (AMEM). Se incluyen además los distritos de manejo integrado, correspondientes a los polígonos identificados como las zonas de preservación, restauración para la preservación y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso) relacionados en la zonificación de los planes de manejo de los distritos regionales de manejo La Tatacoa y la serranía de Peñas Blancas, elaborados por la Corporación autónoma regional del alto Magdalena (CAM).</p> <p><i>Planes de ordenación forestal:</i> corresponden a los polígonos identificados con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, macrounidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación, relacionados con los POF 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 (Corpoboyacá), Corporación autónoma regional del Guavio (Corpoguavio), Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA), Corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre), Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación autónoma regional del sur de Bolívar (CSB), Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y Corporación autónoma regional de Santander (CAS).</p>		



Parques arqueológicos: son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (Icanh); ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el plan de manejo arqueológico (PMA) cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (ICANH, 2018).

Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipo A: 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 agropecuarias productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM), planes de ordenación forestal, áreas urbanas (ciudades capitales y centros poblados), parques arqueológicos y reservas forestales nacionales, tipo A.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar actividad productiva agropecuaria, dados los mandatos legales vigentes.

Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

Ecosistemas estratégicos (páramos): El consejo de estado indica, en la providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente». La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.



En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).

La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la corte constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.

De acuerdo con la Resolución 886 del MADS de 2018, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación a las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 al interior de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo de MinAgricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), La Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: Forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el SINAP. El SINAP incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 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.

Adicionalmente, se incluyen los distritos de manejo integrado (DMI) que de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, corresponden a espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute. Se tienen en cuenta en esta categoría las zonas de preservación, restauración para la preservación y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso descritas en los planes de manejo elaborados por las



diferentes Corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (CAR). Hacen parte dentro de esta categoría los *Distritos regionales de manejo integrado (DRMI)* y los *Distritos de manejo integrado (DMI)*:

Distritos regionales de manejo integrado (DRMI):

- Bosque seco tropical Pozo Azul; Mejué (Corporación autónoma regional de la frontera nororiental - Corponor).
- Bosques secos del Chicamocha; lago Sogachota y la cuenta que lo alimenta (Corporación autónoma regional de Boyacá - Corpoboyacá).
- Cerro Guadalupe (Corporación autónoma regional de Caldas - Corpocaldas).
- Cuchilla Mesa Alta; cuchilla San Cayetano; cuchillas Negra y Guanaque; páramo de Rabanal; páramo Mamapacha-Bijagual (Corporación autónoma regional de Chivor - Corpochivor).
- Complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacios; cerro El Tabor; humedales de Gualí, Tres Esquinas y lagunas del Funzhé. (Corporación autónoma regional de Cundinamarca - CAR).
- Cerros de San Nicolás; cuchilla Los Cedros; El Capiro; embalse Peñol Guatapé y cuenca alta del río Guatapé; La Selva; San Miguel; sistema Viaho Guayabal; bosques Mármoles y Pantágoras; páramo de Vida Maitamá, Sonsón; Las Camelias (Corporación autónoma regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare - Cornare).
- Humedal San Silvestre; páramo Guantiva y La Rusia; río Minero; serranía de los Yariguies (Corporación autónoma regional de Santander - CAS).
- Cerro Banderas ojo blanco; serranía de Minas; La Tatacoa; Peñas Blancas. (Corporación autónoma regional del Alto Magdalena - CAM).
- Banco Totumo Bijibana; Palmar del Titi (Corporación Autónoma Regional del Atlántico - CRA).
- Chinchorro (Corporación autónoma regional del Guavio - Corpoguavio)
- El Chilcal; Guacas; isla Ají, laguna de Sonso; Pance; páramos Las Domínguez, Pan de Azúcar y Valle Bonito; RUT Nativos, serranía de los Paraguas; La Plata; enclave subxerofítico de Atuncela (Corporación autónoma regional del Valle del Cauca - CVC).
- Ensenada de Rionegro; alto de Insor (Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá - Corpouraba).
- Complejo de humedales de Ayapel (Corporación autónoma regional de los valles del Sinú y del San Jorge - CVS).
- Carimagua (Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial de La Macarena - Cormacarena).



Distritos de manejo integrado (DMI):

- Cuchilla de Bellavista; laguna de San Diego (Corporación autónoma regional de Caldas - Corpocaldas).
- Cerro de Juaica; El Chuscal; nacimiento quebradas Los Tiestos, La Chorrera y Hoya Fría; cuchilla de San Antonio y laguna del Coco; sector Salto del Tequendama - cerro Manjui (Corporación autónoma regional de Cundinamarca - CAR).
- Bañaderos; Pastos Marinos Sawairu (Corporación Autónoma Regional de La Guajira, - Corpoguajira).
- Área de manglar de la bahía de Cispatá y sector aledaño del delta estuarino del río Sinú (Corporación autónoma regional de los valles del Sinú y del San Jorge - CVS).
- Planes de San Rafael; Agua linda; Arrayanal; Cristalina - La Mesa; cuchilla San Juan; Guásimo (Corporación autónoma regional de Risaralda - Carder).
- Luriza (Corporación autónoma regional del Atlántico - CRA).
- Páramo de Berlín (Corporación autónoma regional para la defensa de la Meseta de Bucaramanga - CDMB)

Hacen parte también las zonas para la preservación y recuperación de los *Distritos de manejo integrado del área de manejo especial La Macarena* (Decreto 1989 de 1989), identificados como *Macarena Norte, Macarena Sur, Ariari-Guayabero - Sector Losada - Caño Perdido*.

Parques naturales regionales: De conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlas 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 considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Planes de ordenación forestal: 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 cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. En ese sentido, el Plan de ordenación forestal es un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), fundamentado en la descripción de los aspectos bióticos, abióticos, sociales y económicos, de la zona, permitiendo ordenar las áreas



forestales que se encuentran en el territorio, teniendo por objeto lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento, por tanto se definen posibles usos, en función de su uso principal, uso condicionado y uso prohibido.

Las restricciones legales pertenecientes a los POF de la corporación autónoma regional del alto Magdalena (CAM), Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB), Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS), Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS), 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 (Corpoboyacá), Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio) y Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), se relacionan con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, macrounidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación.

Parques arqueológicos: son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Icanh, ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de Manejo Arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).

Zonas de reserva forestal nacional, 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 siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el MinAmbiente en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C. Las zonas tipo A son aquellas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica.



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Cada uno de los factores evaluados, presenta limitantes por sus características y elementos particulares, que imposibilitan generalizar este aspecto.

En lo referente a los ecosistemas estratégicos, las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el MinAmbiente con el IAVH.

Respecto a las áreas protegidas la principal limitante se refiere a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, una parte de estas áreas será elevada a la categoría área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas.

No se contemplan los parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen de espacialización cartográfica por parte del Icanh. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud, no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

Las resoluciones que zonifican las ZRFN establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente (Resolución 1922 de 2013 del 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, por lo tanto, la información que proviene de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

Se deben definir exclusiones específicas para la producción apícola, debido a que es una actividad con impactos diferentes a las explotaciones agropecuarias.



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

De forma general, la metodología de evaluación se fundamenta en un análisis profundo de las normas vigentes. Para generar la información espacial, se parte de las capas oficiales que contienen la información actualizada de las áreas de páramo, las áreas protegidas, otras áreas protegidas, los parques arqueológicos, las áreas urbanas y las zonas de reserva forestal nacional tipo A. Una vez identificadas las variables presentes en la zona de estudio, se genera un mapa que identifique las variables evaluadas, las cuales serán sujeto de restricción.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplica, por tratarse de una restricción legal.

FUENTES DE INFORMACIÓN

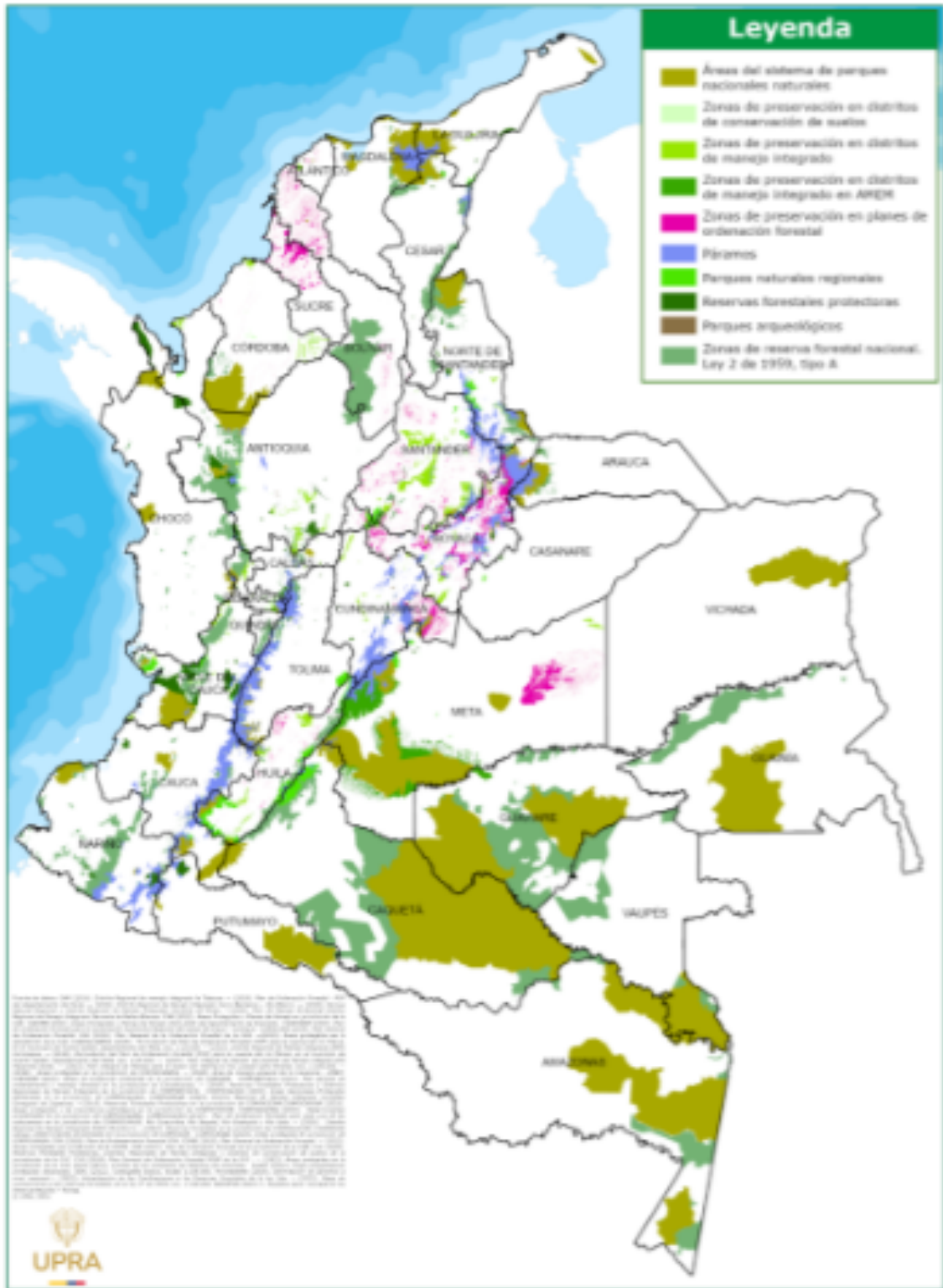
- Acuerdo 10 de 2021, Por el cual se adopta Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB).
- Acuerdo No. 012 de 2015 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). Por el cual se adopta el Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa, localizado en los Municipios de Villavieja y Baraya, Departamento del Huila».
- Acuerdo No. 015 de 2020 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). Por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de Peñas Blancas y se modifica el Acuerdo 0003 de 2018 «Por el cual se declara, reserva, delimita y alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas, ubicado en los Municipios de Palestina, Acevedo, Pitalito, Timaná y Suaza, en el departamento del Huila y se toman otras determinaciones».
- Acuerdo 359 de 2018. Por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal – PGOF de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS).
- Acuerdo 386 de 2019, Por el cual se adopta la actualización del Plan General de Ordenación Forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).
- Acuerdo 1388 de 2019. Por el cual se adopta el Plan General de Ordenación Forestal Integral y Sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), CDMB.
- Cormacarena. (2015). *Distritos de Manejo Integrado (DMI). Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM)*.
- Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM) y Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF-Huila.
- Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA) y Ecoafa SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar.



- Corporación Autónoma Regional de Boyacá (*Corpoboyacá*) 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 (*Corpoboyacá*). Etapa III. Ordenación y zonificación forestal.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (*Cardique*) y Environmental 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.
- DANE. (2014). *Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales*.
- IAVH. (2019). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000*
- Icanh. (2019). *Parques arqueológicos*.
- Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*
- MinAmbiente. (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000*.
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6*.
- PNN. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6*.
- Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba Plan de Ordenación Forestal de Corporación Autónoma Regional de Sucre – Carsucre.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). *Frontera agrícola. Actualización V4.1*



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO





4.1.1. Variable *ecosistemas estratégicos (páramos)*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>restricciones legales</i>		
VARIABLE: <i>ecosistemas estratégicos (páramos)</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	✓
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).</p> <p>La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos:</p> <p>El Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agropecuaria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de estos. Señala que: «el objetivo central de las normas ambientales es subordinar el interés privado, que representa la actividad económica, al interés público o social, que exige la preservación del ambiente».</p> <p>La providencia explicó que los ministerios de Ambiente, Agricultura y de Minas, están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigor de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.</p> <p>En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el «Atlas de páramos de Colombia» del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).</p>		



La Sentencia C-035 de 2016 proferida por la Corte Constitucional establece que, ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior no sólo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también debido a los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.

De acuerdo con la Resolución del MADS No. 886 de 2018, «Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones», se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 al interior de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del MinAgricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud de la producción apícola, los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no solo son áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN

No aplica, por tratarse de una restricción legal (N2).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN

Las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el MinAmbiente con el IAVH.

Unidad de análisis

Polígonos de páramos

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2019). Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos, escala 1:100.000. Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





4.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: restricciones legales		
VARIABLE: áreas protegidas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	✓
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Las áreas protegidas consideradas dentro de esta restricción legal corresponden a:</p> <p><i>Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales:</i> Forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y están integradas por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el SINAP. El SINAP incluye las figuras de: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, de los santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y la Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.</p> <p><i>Parques Naturales Regionales:</i> De conformidad con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.</p> <p><i>Reservas Forestales Protectoras:</i> Según el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como espacios geográficos en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</p>		



Distritos de Manejo Integrado (DMI): Definidos por el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, como espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Hacen parte de esta categoría las zonas identificadas como áreas para la preservación, restauración, restauración para la preservación, uso sostenible y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso), descritas en los Planes de manejo elaborados por las diferentes Corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (CAR). Se incluyen dentro de esta categoría los siguientes Distritos regionales de manejo integrado (DRMI) y los Distritos de manejo integrado (DMI):

Distritos regionales de manejo integrado (DRMI):

- Bosque seco tropical Pozo Azul; Mejú (Corporación autónoma regional de la frontera nororiental - Corponor).
- Bosques secos del Chicamocha; lago Sogachota y la cuenca que lo alimenta (Corporación autónoma regional de Boyacá - Corpoboyacá).
- Cerro Guadalupe (Corporación autónoma regional de Caldas - Corpocaldas).
- Cuchilla Mesa Alta; cuchilla San Cayetano; cuchillas Negra y Guanaque; páramo de Rabanal; páramo Mamapacha-Bijagual (Corporación autónoma regional de Chivor - Corpochivor).
- Complejo lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacios; cerro El Tabor; humedales de Gualí, Tres Esquinas y lagunas del Funzhé (Corporación autónoma regional de Cundinamarca - CAR).
- Cerros de San Nicolás; cuchilla Los Cedros; El Capiro; embalse Peñol Guatapé y cuenca alta del río Guatapé; La Selva; San Miguel; Sistema Viaho Guayabal; bosques Mármoles y Pantágoras; páramo de Vida Maitamá – Sonsón; Las Camelias (Corporación autónoma regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare - Cornare)
- Humedal San Silvestre; páramo Guantiva y La Rusia; río Minero; serranía de los Yariguies (Corporación autónoma regional de Santander - CAS).
- Cerro Banderas Ojo Blanco; serranía de Minas; La Tatacoa; Peñas Blancas (Corporación autónoma regional del Alto Magdalena - CAM).
- Banco Totumo Bijibana; Palmar del Titi (Corporación autónoma regional del Atlántico - CRA).
- Chinchorro (Corporación autónoma regional del Guavio - Corpoguavio).



- El Chilcal; Guacas; isla Ají, laguna de Sonso; Pance; páramos Las Domínguez - Pan de Azúcar y Valle Bonito; RUT Nativos; serranía de los Paraguas; La Plata; enclave subxerofítico de Atuncela (Corporación autónoma regional del Valle del Cauca - CVC)
- Ensenada de Rionegro; alto de Insor (Corporación para el desarrollo sostenible del Urabá - Corpourabá).
- Complejo de humedales de Ayapel (Corporación autónoma regional de los valles del Sinú y del San Jorge - CVS).
- Carimagua (Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial de La Macarena - Cormacarena).

Distritos de manejo integrado (DMI):

- Cuchilla de Bellavista; laguna de San Diego (Corporación autónoma regional de Caldas - Corpocaldas).
- Cerro de Juaica; El Chuscal; nacimiento quebradas Los Tiestos, La Chorrera y Hoya Fría; cuchilla de San Antonio y laguna del Coco; sector Salto del Tequendama - cerro Manjui (Corporación autónoma regional de Cundinamarca - CAR).
- Bañaderos; Pastos Marinos Sawairu (Corporación autónoma regional de La Guajira - Corpoguajira).
- Área de manglar de la bahía de Cispatá y sector aledaño del delta estuarino del río Sinú (Corporación autónoma regional de los valles del Sinú y del San Jorge - CVS).
- Planes de San Rafael; Agua linda; Arrayanal; Cristalina - La Mesa; cuchilla San Juan; Guásimo (Corporación autónoma regional de Risaralda - Carder).
- Luriza (Corporación autónoma regional del Atlántico - CRA).
- Páramo de Berlín (Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta De Bucaramanga - CDMB).

Hacen parte también las zonas para la preservación y recuperación de los Distritos de manejo integrado del área de manejo especial La Macarena (Decreto 1989 de 1989), identificados como Macarena Norte, Macarena Sur, Ariari-Guayabero - sector Losada - Caño Perdido.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud de la producción apícola, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso. Sin embargo, es importante reconocer que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una restricción legal (N2).



LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura «Zonas de protección y desarrollo de los recursos» (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

Unidad de análisis

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Nacionales Regionales, polígonos de las Reservas Forestales Protectoras y Distritos de manejo integrado

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acuerdo No. 012 de 2015 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), Por el cual se adopta el Plan de Manejo del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) La Tatacoa, localizado en los Municipios de Villavieja y Baraya, Departamento del Huila.
- Acuerdo No. 015 de 2020 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM). Por el cual se adopta el Plan de Manejo Ambiental del Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Serranía de Peñas Blancas y se modifica el Acuerdo 0003 de 2018 “Por el cual se declara, reserva, delimita y alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado Serranía de Peñas Blancas, ubicado en los Municipios de Palestina, Acevedo, Pitalito, Timaná y Suaza, en el departamento del Huila” y se toman otras determinaciones.
- Cormacarena. (2015). Distritos de manejo integrado –DMI. Área de manejo especial La Macarena (AMEM).
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6.
- PNN. (2019). Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





4.1.3. Variable *planes de ordenación forestal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>restricciones legales</i>		
VARIABLE: <i>planes de ordenación forestal</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	✓
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Las áreas protegidas consideradas dentro de esta restricción legal corresponden a las siguientes:</p> <p><i>Planes de ordenación forestal:</i> según el Decreto 1076 de 2016, el Plan de ordenación forestal (POF) se define como un documento desarrollado por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), estructurado a partir de las características bióticas, abióticas, sociales y económicas de la zona, que permite ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio. Los POF tienen como objetivo lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento. Por lo tanto, los POF son considerados como el proceso e instrumento de planificación que tienen por objeto el ordenamiento, uso y manejo integral y sostenible del recurso forestal, de las tierras forestales, estructurado en el conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral de sus componentes biofísicos principales resaltando en estos el ecológico y silvicultural, suelos e hidroclimatología y de sus componentes socioeconómicos y legales; con fines de alcanzar objetivos de conservación, protección y manejo integral y sustentable del recurso forestal, de las tierras forestales y de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a los diferentes departamentos.</p> <p>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 cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. Por tanto, de acuerdo con los criterios técnicos y legales, referentes de uso y manejo para las Áreas de ordenación forestal definidas por 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 (Corpoboyacá), Corporación autónoma regional del Guavio (Corpoguavio), Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA), Corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre), Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación autónoma regional del sur de Bolívar (CSB), Corporación</p>		



autónoma regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y la Corporación autónoma regional de Santander (CAS), se presentan restricciones legales relacionadas con los usos prohibidos de las áreas forestales protectoras, áreas para la preservación, áreas forestales de protección para la preservación y restauración, áreas de protección para la conservación de la biodiversidad, suelos y recurso hídrico, macro unidades de manejo forestal para la conservación de cuerpos de agua, restauración ecológica de rondas y para la conservación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud de la producción apícola, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso. Sin embargo, es importante reconocer que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una restricción 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 y definiendo nuevas áreas de conservación y protección, adicionalmente solo se cuenta con los planes de ordenación forestal de once corporaciones

Unidad de análisis

Zonas de protección, preservación y conservación declaradas por los planes de ordenamiento forestal

FUENTES DE INFORMACIÓN

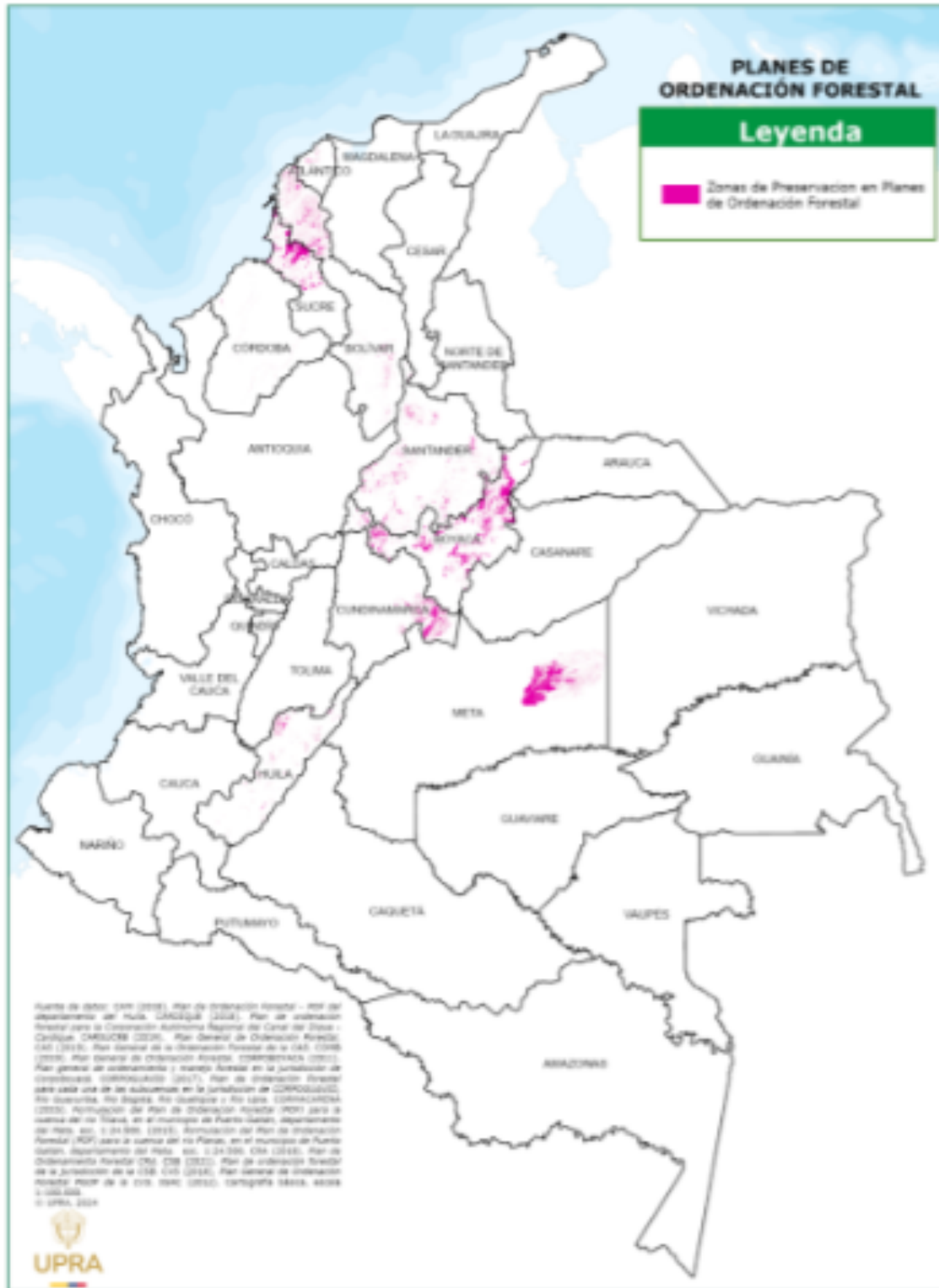
- Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta el Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación autónoma regional del sur de Bolívar (CSB).
- Acuerdo 359 de 2018, Por el cual se adopta la actualización del plan general de ordenación forestal (PGOF) de la jurisdicción de la Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS).
- Acuerdo 386 de 2019, Por el cual se adopta la actualización del plan general de ordenación forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación autónoma regional de Santander (CAS).
- Acuerdo 1388 de 2019, Por el cual se adopta el plan general de ordenación forestal integral y sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB).



- Corporación autónoma regional del alto Magdalena (CAM) y Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de Ordenación Forestal del departamento del Huila POF-Huila.
- Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA) y Ecoafa SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar.
- 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 de Boyacá (Corpoboyacá) 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 (Corpoboyacá). Etapa III. Ordenación y zonificación forestal.
- 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.
- Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba el plan de ordenación forestal de la Corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





4.1.4. Variable *parques arqueológicos*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>restricciones legales</i>		
VARIABLE: <i>parques arqueológicos</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	✓
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Los parques arqueológicos son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante una resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del Icanh. Ello permite realizar labores de conservación e investigación. La declaratoria de un polígono como área arqueológica protegida genera un marco de protección sobre el área marcada y el encargado de ejecutar el Plan de manejo arqueológico cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).</p> <p><i>Plan de manejo arqueológico:</i> concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes de dicho patrimonio o zonas de influencia arqueológica. El Plan de manejo establece oficiosamente o a solicitud de sus tenedores, los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación (numeral 10, artículo 1, Decreto 833 de 2002 de MinCultura).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Los parques arqueológicos debidamente delimitados y con titularidad a nombre de entidades públicas, son exclusiones legales dado que tienen autonomía para establecer el manejo de esta área geográfica.</p> <p>Adicionalmente, el Decreto 833 de 2002, que reglamenta la Ley General de Cultura 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico, en concordancia con los artículos 63 y 72 de la Constitución política de Colombia menciona:</p> <p>«los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico (...) integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la Nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable» y más adelante en la norma complementa: «...los bienes integrantes del patrimonio arqueológico son bienes de interés cultural que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación».</p>		



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 restricción legal (N2)

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se contemplan Parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen de espacialización cartográfica por parte del Icanh. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron analizados de la información cartográfica facilitada por el Icanh (2019), Parques arqueológicos declarados. Los parques arqueológicos definidos como exclusiones son:

Parque arqueológico	Zona	Parque arqueológico	Zona	
Tierradentro	Segovia	Tequendama	Directa	
	El Tablón	Alto de Las Piedras	Directa	
	Alto de San Andrés	El Abra	Directa	
Sogamoso	Directa	El Infiernito	Directa	
San Agustín	Mesitas	La Lindosa	Raudal	
Hacienda El Carmen	Directa		Nuevo Tolima	
Cerro El Volador	Directa		Los Alpes	
Alto de Los Ídolos	Directa		Limoncillo	
UPTC Tunja	Directa		Campanilla	
Ciudad Perdida	Directa		Serranía del Chibiriquete	Cerro Azul
	Área de influencia			Directa
Piedras Blancas	Directa			

Unidad de análisis

Polígonos que comprenden parques arqueológicos declarados

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Icanh. (2019). Parques arqueológicos. Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





4.1.5. Variable zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipo A

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: restricciones legales		
VARIABLE: zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipo A		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Las zonas de reserva forestal nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.</p> <p>La zonificación adelantada por el MADS en las ZRFN definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las Zonas Tipo A, son “las zonas que garantizan el mantenimiento de los procesos ecológicos básicos necesarios para asegurar la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados principalmente con la regulación hídrica y climática; la asimilación de contaminantes del aire y del agua; la formación y protección del suelo; la protección de paisajes singulares y de patrimonio cultural; y el soporte a la diversidad biológica”. El MADS adopta la zonificación y ordenamiento de las Reservas Forestales Nacionales, mediante las siguientes resoluciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2 de 1959. • No. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959. • No. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2 de 1959. • No. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. • No.1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959. • No.1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959. 		



- No. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2 de 1959.
- No. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, en los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las zonas de reserva forestal nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso. Sin embargo, es importante reconocer que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una restricción legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las resoluciones que zonifican las zonas de reserva forestal nacional establecen que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, es importante que la información de sustracciones sea actualizada regularmente,

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte de las zonificaciones de cada una de las Reservas Forestales Nacionales de Ley 2 de 1959 adelantadas por el MADS donde se identifican las zonas tipo A.

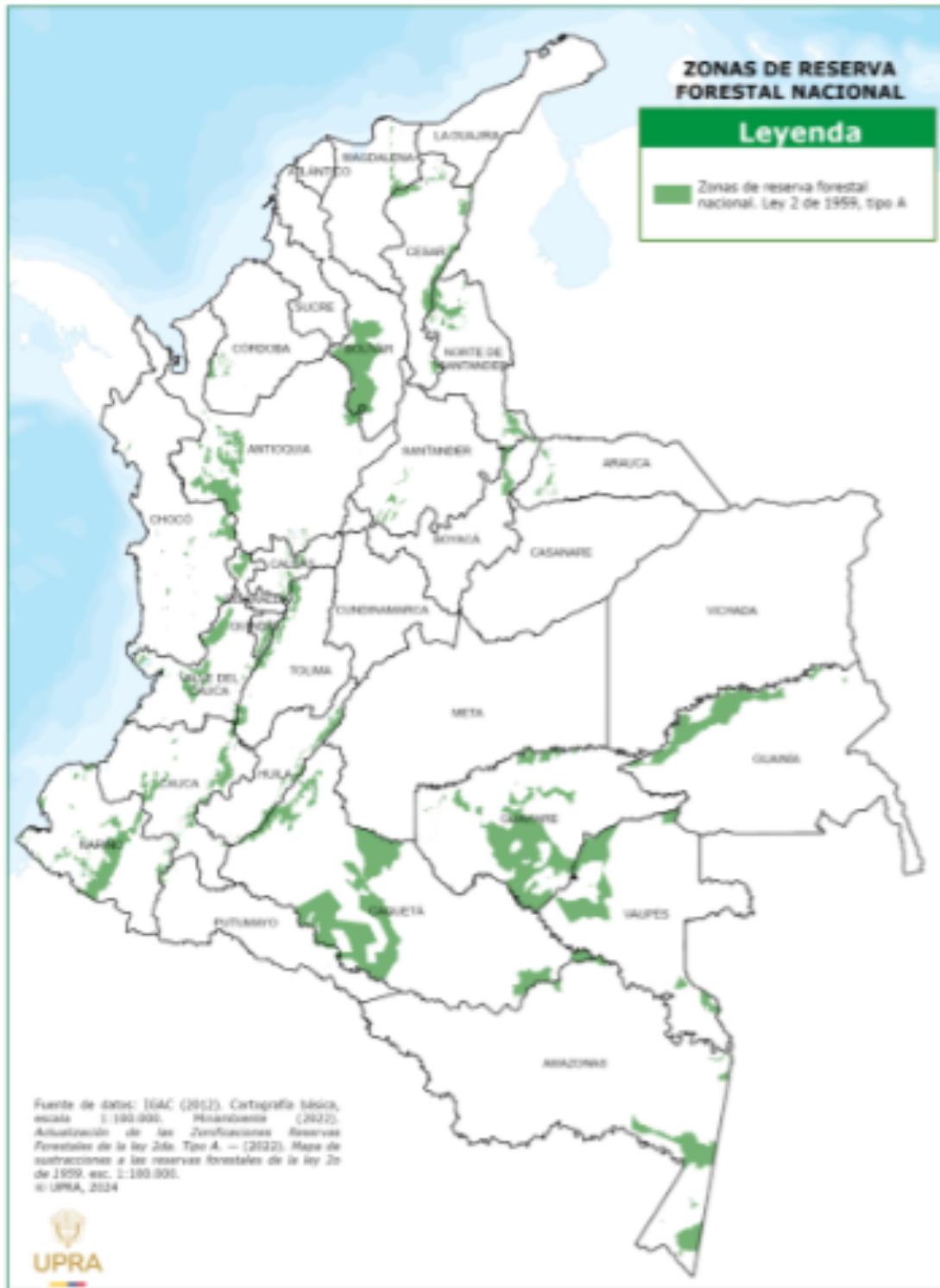
Unidad de análisis	Polígonos que comprenden las áreas de reserva forestal nacional tipo A
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá.
- MinAmbiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1. Criterio condicionantes legales

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO: <i>condicionantes legales</i>		
TIPO DE CRITERIO	Restricción legal	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión técnica	
	Condicionante legal	✓
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p><i>Ecosistemas estratégicos:</i> polígonos de bosque seco tropical, polígonos de manglares, polígonos de humedales y ronda hídrica.</p> <p><i>Áreas protegidas:</i> polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos de Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.</p> <p><i>Planes de ordenación forestal:</i> 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 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 (Corpoboyacá), Corporación autónoma regional del Guavio (Corpoguavio), Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA), Corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre), Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de</p>		



Bucaramanga (CDBM), Corporación autónoma regional del sur de Bolívar (CSB), Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS) y Corporación autónoma regional de Santander (CAS). Lo anterior, permite también definir zonas de Bosques habilitados por zonificación ambiental.

Adicionalmente, se definen zonas específicas de aprovechamiento forestal sostenible, considerando los planes de ordenación forestal de las corporaciones CAM, Carsucre, CAS, CDBM, Corpoguvio, CRA y CVS, que incluyen las siguientes categorías de zonificación: Área forestal productora de uso múltiple con potencial forestal; forestal productor directo; forestal productor indirecto; forestal productor para el uso directo; forestal productor para el uso indirecto; forestal protector para el uso sostenible; área forestal productora; restauración; aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables; MUMF, producción de maderas finas, ordinarias y productos forestales no maderables; áreas de restauración para la producción, áreas forestales productoras condicionadas.

Zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C: Polígonos de las zonas tipo B y C de las zonas de reserva forestal nacional. Se incluyen predios con previa decisión de ordenamiento y contratos de derechos de uso.

Distinciones internacionales: polígonos de reservas de la biosfera y polígonos de humedales Ramsar y polígonos de áreas de importancia para la conservación de las aves y la biodiversidad (AICAS).

Áreas de interés cultural y social: polígonos de tierras de las comunidades negras, polígonos de áreas de reserva ley 70 de 1993, polígonos de resguardos indígenas, polígonos de zonas de reserva campesina, zonas de actividad aeronáutica y polígonos de áreas arqueológicas protegidas y polígonos de áreas de reserva especial minera declarados por la Agencia Nacional Minera (ANM) en la Ley 685 de 2001.

Gestión de riesgo: polígonos que incluyen amenaza por remoción en masa muy alta, amenaza volcánica alta y áreas inundables, de acuerdo con lo definido en la Ley 1523 de 2012 en la que se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece en Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Densidad predial con mayor interacción antrópica: Distancia predial que busca mantener un área de seguridad entre la explotación apícola y las actividades antrópicas cercanas, lo que permite tener un acercamiento para orientar el acceso a predios cuyas actividades no involucren la presencia de personas cercanas a los apiarios; al tener una distancia de seguridad, se da tranquilidad a los vecinos de las colmenas y al productor al no tener inconvenientes de convivencia con la comunidad.



DEFINICIÓN
<p>Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el establecimiento y desarrollo de la producción apícola.</p>
IMPORTANCIA DEL CRITERIO
<p>Los condicionantes agrupan todos aquellos factores de orden ecológico o social, cuyo soporte legal implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación.</p> <p>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 de aptitud, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de solicitudes expresas de autoridades de ciertas áreas (territorios indígenas y afrocolombianos) o de aclaración de determinantes legales puedan ser incluidos en la evaluación.</p>
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO
<p>No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.</p>
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
<p>La metodología de evaluación consistió en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y, posteriormente, obtener la cartografía oficial de la información.</p> <p>Por medio de esta información es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.</p>
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD
<p>No aplican rangos para los condicionantes (C1).</p>
FUENTES DE INFORMACIÓN



- Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta el Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación autónoma regional del sur de Bolívar (CSB).
- Acuerdo 359 de 2018, por el cual se adopta la actualización del plan general de ordenación forestal (PGOF) de la jurisdicción de la Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS).
- Acuerdo 386 de 2019, por el cual se adopta la actualización del plan general de ordenación forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación autónoma regional de Santander (CAS).
- Acuerdo 1388 de 2019, por el cual se adopta el plan general de ordenación forestal integral y sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga (CDMB).
- 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”.
- Corporación autónoma regional del alto Magdalena (CAM) y Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de ordenación forestal del departamento del Huila POF- Huila.
- Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA) y Ecoafa SAS. (2018). Capítulo 5. ordenación forestal a implementar.
- 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 de Boyacá (Corpoboyacá) 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 (Corpoboyacá). Etapa III. Ordenación y zonificación forestal.
- 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.



- IAVH. (2014). Bosques secos tropical. Bogotá.
- Icanh. (2019). Áreas arqueológicas protegidas. Bogotá.
- Ideam et al. (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000. Bogotá.
- 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. (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidos. 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. (2015). Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap. Bogotá.
- MinAmbiente. (2018). Mapa de zonas de reserva forestal nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá.
- MinAmbiente. (2018). Mapa de zonificación Zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2. tipos B y C, escala 1:100.000. Bogotá.
- MinAmbiente. (2018). Sitios Ramsar. Bogotá.
- PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V. 6.
- PNN. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.
- Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba Plan de ordenación forestal de la Corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



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 comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Agrupar aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, y que son incompatibles con el desarrollo de la actividad apícola. Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación:</p> <p>Los ecosistemas de manglar y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su valor ecosistémico o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con la producción apícola.</p> <p>Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema de manglar reduce el impacto de las mareas depositando barro y formando pantanos donde se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera ayudando en el control de erosión y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos. Son definidos como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle, con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del MinAmbiente). Para su conservación el MinAmbiente desarrolló el Programa Nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar, en el año 2002.</p> <p>Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La</p>		



corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre.

En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar, y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución 1602 de 1995 de MinAmbiente).

Por su parte, los humedales son ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, ya que ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos. El Decreto 1640 de 2012 plantea, en el artículo 2, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

La 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).

El artículo 204 establece: «[...] Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque» (Decreto 2811 de 1974).

La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MinAmbiente).

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), establece una regulación en términos de propiedad en relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de



ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos.

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua. En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4 señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, por ser áreas de especial importancia ecosistémica.

El ecosistema de bosque seco se considera una zona de importancia ambiental que se ha priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo y/o actividad pecuaria.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento de la actividad apícola puede no ser compatible con los fines vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por lo tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle. Sin embargo, es importante reconocer que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Generalmente, estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la estructura ecológica principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una restricción legal.

En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 metros; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud.



Es función de las Corporaciones autónomas regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial actualizada de las áreas de bosque seco tropical, humedales y manglares. Para las rondas hídricas se emplea la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.

Unidad de análisis	Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales, manglares. Para la generación de la información cartográfica se parte de la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 metros, a lado y lado del cauce
---------------------------	--

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2014). Bosque seco tropical. Bogotá.
- Ideam. (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000. Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- IGAC. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



5.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>áreas protegidas</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Agrupar las áreas protegidas cuyas categorías de manejo requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de la actividad apícola; aunque no prohíba la actividad como tal, si genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:</p> <p><i>Distritos de manejo integrado (DMI):</i> de conformidad con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.</p> <p>Además, se incluye áreas descritas en los Planes de manejo diferentes a las áreas para la preservación, restauración, restauración para la preservación, uso sostenible y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso), contenidas en los siguientes Distritos regionales de manejo integrado (DRMI) y Distritos de manejo integrado (DMI):</p> <p><i>Distritos regionales de manejo integrado (DRMI):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Bosque seco tropical Pozo Azul; Mejué (Corporación autónoma regional de la frontera Nororiental - Corponor). • Bosques secos del Chicamocha; Lago Sogachota y la cuenta que lo alimenta. (Corporación autónoma regional de Boyacá - Corpoboyacá). • Cerro Guadalupe. (Corporación autónoma regional de Caldas - Corpocaldas). • Cuchilla Mesa Alta; Cuchilla San Cayetano; Cuchillas Negra y Guanaque; Páramo de Rabanal; Páramo Mamapacha-Bijagal. (Corporación autónoma regional de Chivor-Corpochivor). 		



- Complejo Lagunar Fúquene, Cucunubá y Palacios; Cerro El Tabor; Humedales de Gualí, Tres Esquinas y Lagunas del Funzhé. (Corporación autónoma regional de Cundinamarca -CAR).
- Cerros de San Nicolás; Cuchilla Los Cedros; El Capiro; Embalse Peñol Guatapé y cuenca alta del río Guatapé; La Selva; San Miguel; Sistema Viaho Guayabal; Bosques, Mármoles y Pantágoras; Páramo de Vida Maitamá – Sonsón; Las Camelias (Corporación autónoma regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare - Cornare).
- Humedal San Silvestre; Páramo Guantiva y la Rusia; Río Minero; Serranía de los Yariguies. (Corporación autónoma regional de Santander - CAS).
- Cerro Banderas Ojo Blanco; Serranía de Minas; La Tatacoa; Peñas Blancas. (Corporación autónoma regional del Alto Magdalena - CAM).
- Banco Totumo Bijibana; Palmar del Titi. (Corporación autónoma regional del Atlántico -CRA).
- Chinchorro. (Corporación autónoma regional del Guavio - Corpoguavio).
- El Chilcal; Guacas; Isla Ají, Laguna de Sonso; Pance; Páramos Las Domínguez - Pan de Azúcar y Valle Bonito; RUT Nativos, Serranía de los Paraguas; La Plata. (Corporación autónoma regional del Valle del Cauca - CVC).
- Ensenada de Rionegro; Alto de Insor. (Corporación para el desarrollo Sostenible del Urabá - Corpourabá).
- Complejo de Humedales de Ayapel. (Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y del San Jorge - CVS)
- Carimagua. (Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial de La Macarena - Cormacarena).
- Distritos de manejo integrado (DMI):
- Cuchilla de Bellavista; Laguna de San Diego. (Corporación autónoma regional de Caldas -Corpocaldas).
- Cerro de Juaica; El Chuscal; nacimiento quebradas Los Tiestos, La Chorrera y Hoya Fría; Cuchilla de San Antonio y Laguna del Coco; Sector Salto del Tequendama - Cerro Manjui. (Corporación autónoma regional de Cundinamarca - CAR).
- Bañaderos; Pastos Marinos Sawairu. (Corporación autónoma regional de La Guajira, -Corpoguajira).
- Área de manglar de la Bahía de Cispatá y sector aledaño del delta estuarino del río Sinú. (Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y de San Jorge - CVS).
- Planes de San Rafael; Agua linda; Arrayanal; Cristalina - La Mesa; Cuchilla San Juan; Guásimo. (Corporación autónoma regional de Risaralda - Carder).
- Luriza. (Corporación autónoma regional del Atlántico - CRA).



- Páramo de Berlín. (Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga - CDMB).

Hacen parte también las zonas para la preservación y recuperación de los Distritos de manejo integrado del área de manejo especial La Macarena (Decreto 1989 de 1989), identificados como Macarena Norte, Macarena Sur, Ariari-Guayabero - Sector Losada - Caño Perdido.

Dentro de estas áreas también se definen zonas de Bosques habilitados por zonificación ambiental.

Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Además, se incluye áreas descritas en los planes de manejo diferentes a las zonas identificadas como áreas para la preservación, restauración, uso sostenible y uso público (subzonas para la recreación y alta densidad de uso), descritas en los Planes de manejo elaborados por las diferentes Corporaciones autónomas regionales y de desarrollo sostenible (CAR), para los siguientes DCS:

- Cañón de Rio Grande. (Corporación autónoma regional del Valle del Cauca - CVC)
- Barbas-Bremen; Alto del Nudo; La Marcada; Campoalegre. (Corporación autónoma regional de Risaralda - Carder).
- Reserva hídrica sistema de humedales Kirpas - Pinilla - La Cuerrera. (Corporación para el desarrollo sostenible del área de manejo especial de La Macarena - Cormacarena).
- Ciénaga de Bañó; Ciénaga de Betancí; Ciénaga los Negros; Complejo de humedales Arcial, Porro y Cintura; Sierra Chiquita. (Corporación autónoma regional de los valles del Sinú y del San Jorge -CVS).
- Umpalá - Cañón río Chicamocha. (Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga -CDMB).



- Dentro de estas áreas también se definen zonas de Bosques habilitados por zonificación ambiental.

Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, las reservas forestales protectoras se consideran espacios geográficos cuyos ecosistemas de bosque mantienen la función, aunque la estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se hayan puesto al alcance de la población humana para destinarlos a la preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla a establecer o mantener y usar sosteniblemente los bosques y demás coberturas vegetales naturales. Se incluyen como áreas condicionadas las categorías de zonificación correspondientes a uso sostenible, aprovechamiento sostenible, desarrollo sostenible, restauración para el uso sostenible.

Áreas de recreación: conforme al Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.

Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): hace referencia a la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

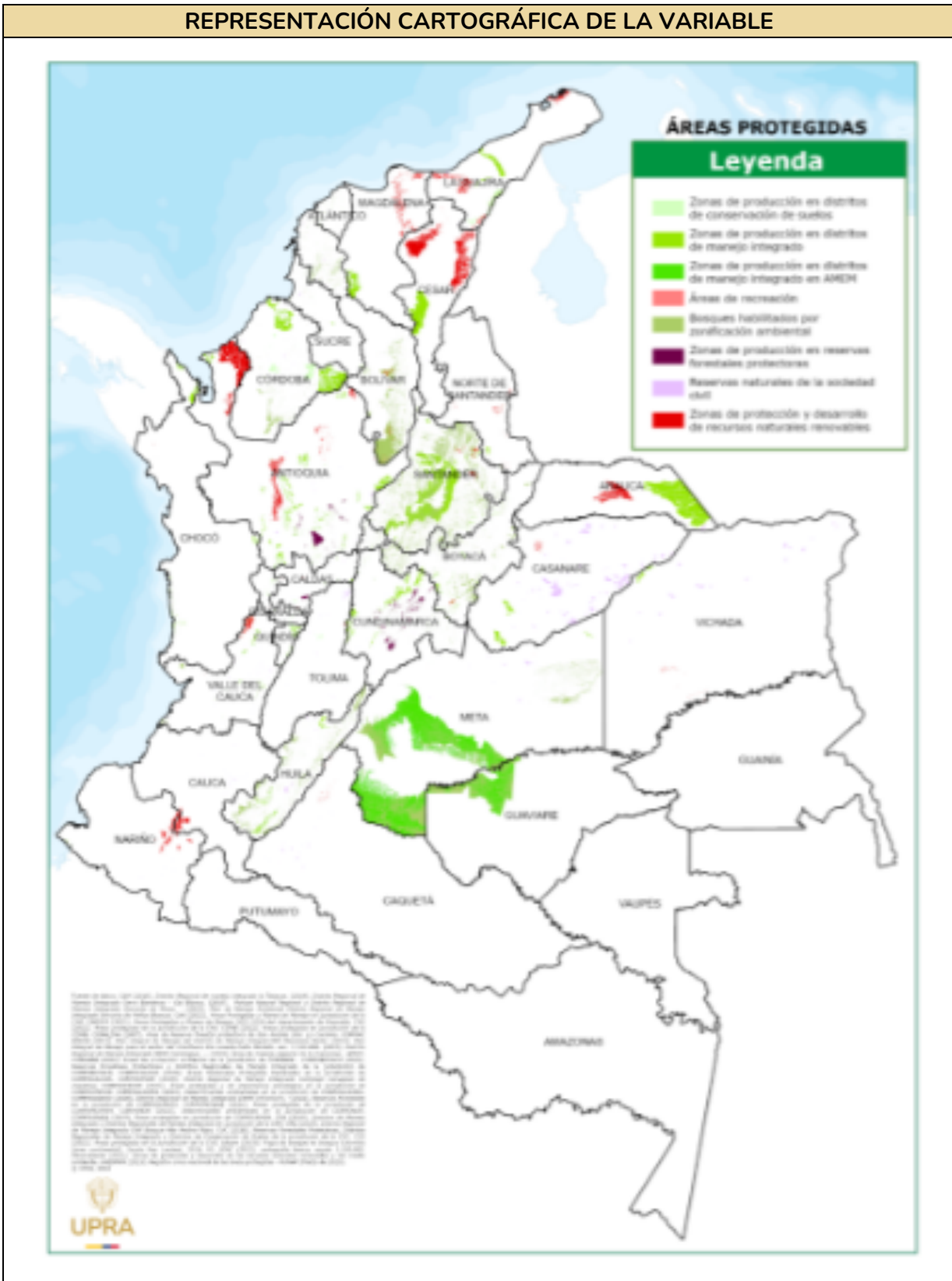
Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del MADS, se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las CAR). Por medio de las resoluciones 1987 y 1310 de 2018 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas nacionales y regionales. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes



<p>escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades, con fundamento en dichos estudios.</p>	
<p>IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</p>	
<p>Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para la producción apícola, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Cada una de las categorías consideradas genera un condicionante a su uso, pues si bien no lo prohíbe, requiere de una revisión de la zona apta en relación a las condiciones normativas de la figura o figuras con la que se superpone. Sin embargo, es importante reconocer que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias.</p>	
<p>VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE</p>	
<p>No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).</p>	
<p>LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</p>	
<p>Cada una de las figuras protegidas en teoría debe contar con su respectivo plan de manejo, en el cual se definen los usos permitidos del área que aparece bajo una figura de protección. Sin embargo, no todas las áreas protegidas tienen un plan de manejo formulado, lo cual implica que, a pesar de que estén delimitadas, aún no tienen definido el uso por lo cual no es posible definir en qué zonas si es posible desarrollar la actividad apícola o, en las que, por el contrario, está prohibido el desarrollo de actividades productivas.</p>	
<p>METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</p>	
<p>Para la generación de cartografía, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las figuras de protección que integran esta variable.</p>	
<p>Unidad de análisis</p>	<p>Polígonos que comprenden distritos de manejo integrado (DMI), zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM, distritos de conservación de suelos (DCS), áreas de recreación, reservas naturales de la sociedad civil (RNSC) y zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente</p>
<p>FUENTES DE INFORMACIÓN</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Cormacarena. (2015). Distrito de manejo integrado –DMI-, Área de Manejo Especial La Macarena “AMEM”. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. • 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. • PNN. (2019). Categorías regionales del Runap V.6. • PNN. (2019). Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6. • Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1 	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





5.1.3. Variable *planes de ordenación forestal*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>planes de ordenación forestal</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Las áreas protegidas consideradas dentro de esta condicionante legal corresponden a las siguientes:</p> <p><i>Planes de ordenación forestal:</i> según el Decreto 1076 de 2016, el Plan de ordenación forestal (POF) se define como un documento desarrollado por las Corporaciones autónomas regionales (CAR), estructurado a partir de las características bióticas, abióticas, sociales y económicas de la zona, permitiendo ordenar las áreas forestales que se encuentran en el territorio. Los POF tienen como objetivo lograr el uso de los recursos forestales de manera planificada y asegurando la sostenibilidad en su aprovechamiento. Por lo tanto, los POF son considerados como el proceso e instrumento de planificación que tienen por objeto el ordenamiento, uso y manejo integral y sostenible del recurso forestal, de las tierras forestales, estructurado en el conocimiento, análisis, interpretación y evaluación integral de sus componentes biofísicos principales resaltando en estos el ecológico y silvicultural, suelos e hidro-climatología y de sus componentes socioeconómicos y legales; con fines de alcanzar objetivos de conservación, protección y manejo integral y sustentable del recurso forestal, de las tierras forestales y de la biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados a los diferentes departamentos.</p> <p>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 cual se definan las áreas boscosas pertenecientes a su jurisdicción y su respectivo manejo. Por lo tanto, de acuerdo con los criterios técnicos y legales, referentes de uso y manejo para las áreas de ordenación forestal definidas por 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 la cuenca del río Planas y del río Tillavá en el municipio de Puerto Gaitán, departamento del Meta, Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyacá), Corporación Autónoma Regional del Guavio (Corpoguavio), Corporación Autónoma Regional del Atlántico (CRA), Corporación Autónoma Regional de Sucre (Carsucre), Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la</p>		



Meseta de Bucaramanga (CDMB), Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar (CSB), Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) y Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS).

Estas áreas condicionadas se relacionan con las áreas forestales protectoras; las áreas protectoras para la regulación; las áreas de restauración del bosque seco tropical (Bs-T); 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; las áreas forestales de producción directa; las áreas forestales de protección para el uso sostenible; y las zonas para la restauración, las plantaciones de carácter protector, el aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables, las macrounidades de manejo forestal para la producción de maderas finas, ordinarias y productos forestales no maderables, los servicios ambientales de conectividad biológica y la restauración ecológica. Lo anterior, permite también definir zonas de bosques habilitados por zonificación ambiental.

Adicionalmente, se definen zonas específicas de aprovechamiento forestal sostenible, considerando los planes de ordenación forestal de las Corporaciones CAM, Carsucre, CAS, CDMB, Corpoguavio, CRA y CVS, que incluyen las siguientes categorías de zonificación: área forestal productora de uso múltiple con potencial forestal; forestal productor directo; forestal productor indirecto; forestal productor para el uso directo; forestal productor para el uso indirecto; forestal protector para el uso sostenible; área forestal productora; restauración; aprovechamiento artesanal de productos maderables y no maderables; MUMF - Producción de maderas finas, ordinarias y productos forestales no maderables; áreas de restauración para la producción, áreas Forestales Productoras condicionadas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para la producción apícola, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Es importante reconocer que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias

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 está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección. Adicionalmente, solo se cuenta con los planes de ordenación forestal de once corporaciones

Unidad de análisis	Áreas forestales protectoras, protectoras - productoras, protección recuperación, producción, restauración, áreas de uso sostenible, conservación y recuperación definidas en los Planes de Ordenamiento Forestal
---------------------------	---

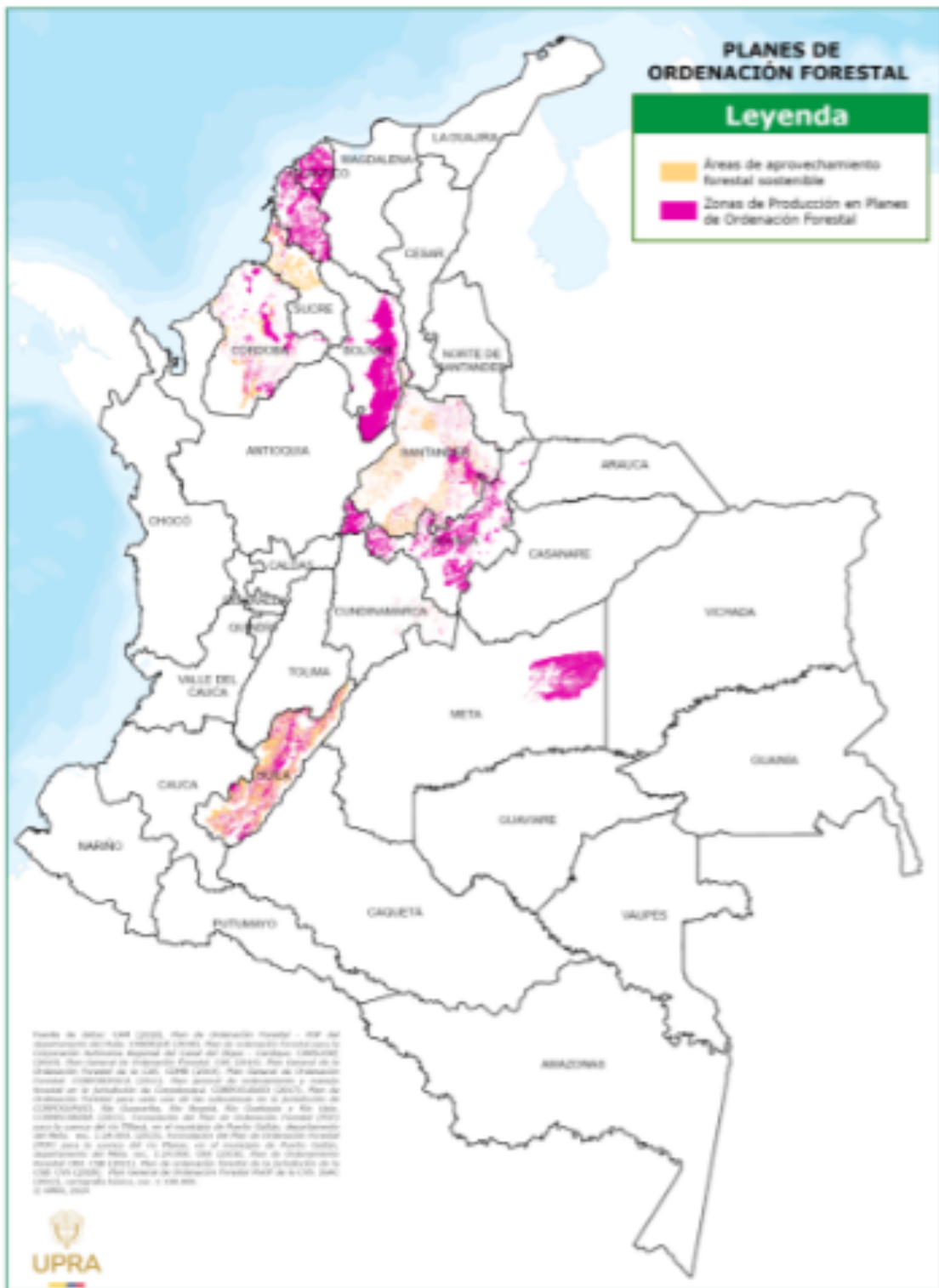


FUENTES DE INFORMACIÓN

- Acuerdo 10 de 2021, por el cual se adopta Plan de ordenación forestal para la Serranía de San Lucas para el área de jurisdicción de la Corporación autónoma regional del sur de Bolívar (CSB).
- Acuerdo 359 de 2018, por el cual se adopta la actualización del plan general de ordenación forestal (PGOF) de la jurisdicción de la Corporación autónoma regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS).
- Acuerdo 386 de 2019, por el cual se adopta la actualización del plan general de ordenación forestal en el área de la jurisdicción de la Corporación autónoma regional de Santander (CAS).
- Acuerdo 1388 de 2019, por el cual se adopta el plan general de ordenación forestal integral y sostenible para el área de jurisdicción de la Corporación autónoma regional para la defensa de la meseta de Bucaramanga(CDMB).
- Corporación autónoma regional del alto Magdalena (CAM) y Unión Temporal Forestal – Ambiental 2017. (2018). Plan de ordenación forestal del departamento del Huila POF- Huila
- Corporación autónoma regional del Atlántico (CRA) y Ecoafa SAS. (2018). Capítulo 5. Ordenación forestal a implementar.
- Corporación autónoma regional de Boyacá (Corpoboyacá) 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 (Corpoboyacá). 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.
- Resolución 1112 de 2019, por medio de la cual se aprueba plan de ordenación forestal de Corporación autónoma regional de Sucre (Carsucre).
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





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 comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>zonas de reserva forestal nacional, Ley 2 de 1959, tipos B y C</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Las Zonas de Reserva Forestal Nacional (ZRFN) fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.</p> <p>Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera:</p> <p><i>Zonas tipo B:</i> 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 de MinAmbiente, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).</p> <p><i>Zonas tipo C:</i> zonas que por sus características biofísica ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución 1922 de 2013 de MinAmbiente, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).</p> <p>Se incluyen, además, los derechos de uso otorgados por la Agencia Nacional de Tierra (ANT).</p> <p>Se incluyen en esta categoría las zonas con previa decisión de ordenamiento, cuyas zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:</p>		



- No. 1277 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.
- No. 1276 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2 de 1959.
- No. 1275 de 2014, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959.
- No.1926 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2 de 1959.
- No. 1925 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2 de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
- No. 1924 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2 de 1959.
- No. 1923 de 2013, adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2 de 1959.
- No. 1922 de 2013, adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2 de 1959.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, según el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción, por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso. Por lo tanto, se incluyen en esta categoría las áreas con contratos de derechos de uso para las 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 2a de 1959, permiten identificar aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo y establecimiento de la producción apícola, considerando que esta actividad genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).



LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
<p>En 2015 para las zonas de reserva forestal nacional se establece que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, la información de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.</p>	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
<p>Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de Ley 2 de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de Ley 2 de 1959 oficial del MinAmbiente. Se incluyen también las zonas con contratos de derechos de uso.</p>	
Unidad de análisis	<p>Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C</p>
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá. • MinAmbiente. (2012). Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2.^a, escala 1:100.000. Bogotá. • MinAmbiente. (2018). Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2^a, sustracciones, escala 1:100.000. Bogotá. • MinAmbiente. (2018). Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2.^a, Tipos B y C, escala 1:100.000. Bogotá. • Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1 	



5.1.5. Variable *distinciones internacionales*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>distinciones internacionales</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Agrupar aquellos lugares que por factores de orden ecológico motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional, y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes.</p> <p>Las áreas son definidas por su importancia biológica y de acuerdo con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad.</p> <p>En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales:</p> <p><i>Reservas de la biosfera:</i> áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, pero bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación.</p> <p>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 (cinturón Andino,</p>		



El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower), la serranía de Chiribiquete y la Lindosa.

Convenio Ramsar: la «Convención sobre los humedales de importancia internacional», conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos.

Este convenio está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Unesco, 1994).

Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la «Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas»; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (artículo 3), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4).

Es importante resaltar que, la Ley 1450 de 2011 menciona en el párrafo 1 del artículo 2002, que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con sustento en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el MinAmbiente o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades, no obstante las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

Áreas de importancia para la conservación de las aves y la biodiversidad (AICAS): Son áreas identificadas como sitios críticos para la conservación de aves y biodiversidad potencialmente vulnerable. La identificación de estas áreas es una iniciativa global liderada por BirdLife Internacional que corresponde a una federación que agrupa instituciones ornitológicas del mundo entero.



En Colombia este programa comenzó en el 2001 y actualmente es coordinado por la Asociación Calidris con el apoyo del Instituto 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 amenazadas (Criterio A1), especies de distribución restringida (Criterio A2), conjunto de especies restringidas a biomas (Criterio A3) y congregaciones de especies (Criterio A4).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo de la actividad apícola deben ser analizadas en mayor detalle, para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La delimitación de las reservas de la biosfera no representa una identidad ecosistémica sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle.

Por este motivo, requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación.

Las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta, precaución u otros que determine la legislación colombiana.



METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la representación cartográfica, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible espacializar e identificar las distinciones internacionales presentes en la zona de estudio.

Unidad de análisis

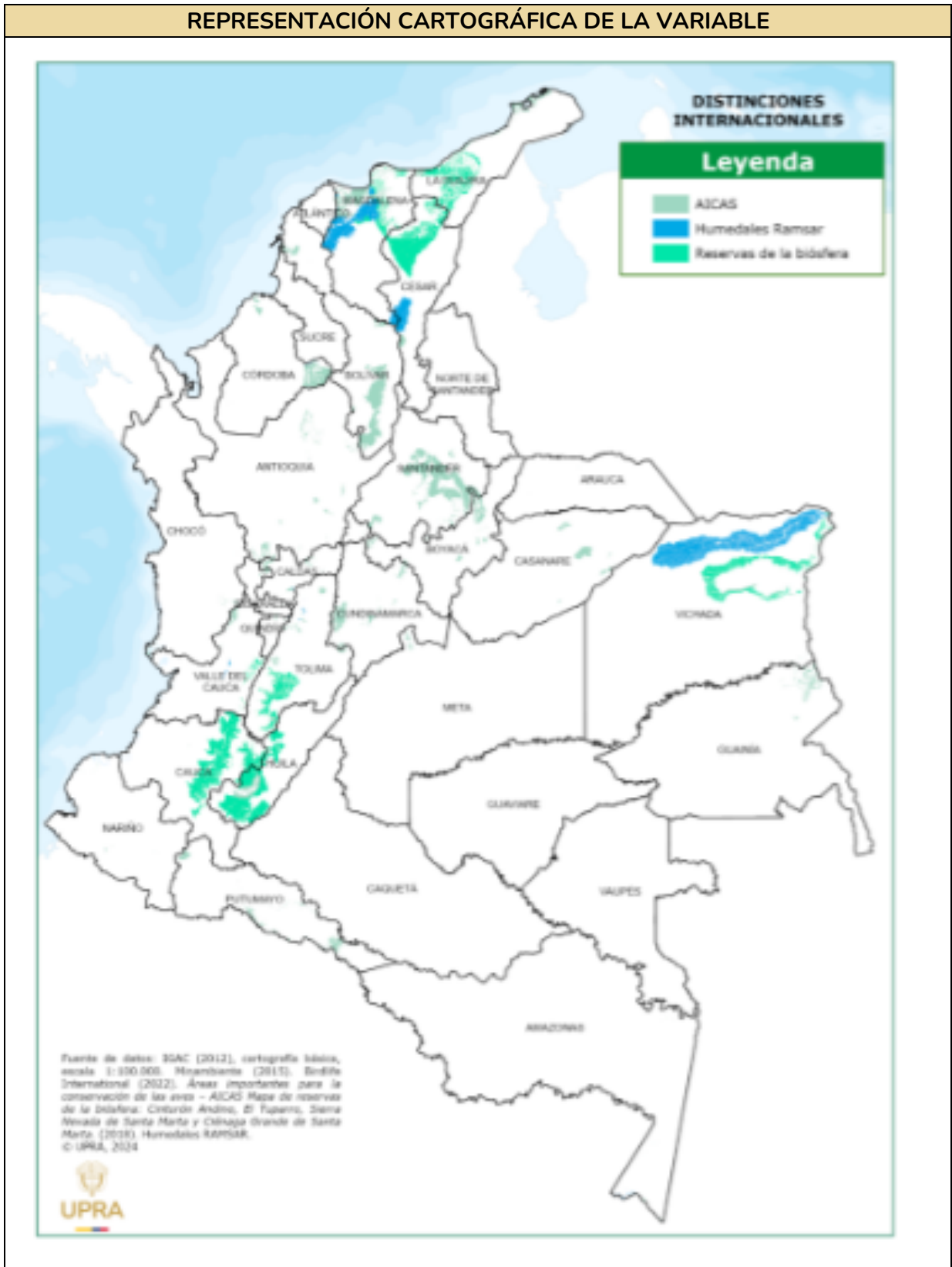
Humedales Ramsar, reservas de la biósfera y AICAS de acuerdo con las fuentes de información oficial

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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>
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- MinAmbiente. (2015). Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta. Bogotá.
- MinAmbiente. (2018). Sitios Ramsar. Bogotá.
- 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
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>áreas de interés cultural y social</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>Comprende aquellas zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.</p> <p>Las figuras legales que conforman esta variable son:</p> <p><i>Tierras de las comunidades negras:</i> 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).</p> <p><i>Áreas de reserva Ley 70 de 1993:</i> son las tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, reconocidas a las comunidades negras, que han venido ocupando de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, como propiedad colectiva. Esto a fin de proteger la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizar que obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana.</p> <p><i>Resguardos indígenas:</i> 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</p>		



privada y poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (Decreto 2164 de 1995 del Ministerio de Agricultura). Conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto 2164 de 1995 de MinAgricultura).

Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con objeto de fomentar de la pequeña propiedad rural, con sujeción a las políticas de conservación del área, medio ambiente y los recursos naturales renovables y a los criterios de ordenamiento territorial y de la propiedad rural que se señalen (Ley 160 de 1994).

En las zonas de reserva campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción.

Áreas arqueológicas protegidas (APP): es un polígono o zona delimitada en el territorio de Colombia que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella. Estas áreas contienen un plan de manejo arqueológico definido por el Icanh, donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.

Áreas de reserva especial minera (ARE): son áreas declaradas por la Agencia Nacional de Minería (ANM) en favor de una comunidad minera, en donde existan explotaciones tradicionales de minería informal, cuya concesión solamente se otorgará a la misma comunidad que haya ejercido la actividad minera tradicional, sin perjuicio de los títulos mineros vigentes (Ley 685 de 2001, artículo 31, modificado por el artículo 147 del Decreto 019 de 2012). Se incluyen además las zonas mineras especiales de comunidades negras y zonas mineras indígenas.

Sustracciones de las reservas forestales, Ley 2 de 1959: de acuerdo con la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al hoy Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a reservar, alinear y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y luego se otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción. Para la presente zonificación, se establecieron como condicionante dado que



las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para la actividad apícola, cuentan con regímenes especiales –culturales y normativos– que condicionan las actividades económicas y productivas a desarrollar en esas áreas.

En las zonas aptas para el cultivo, previo a la formulación de proyectos de inversión, se deberán considerar los siguientes aspectos:

En áreas donde existan resguardos indígenas y tierras de las comunidades negras, se deberán surtir procesos de consulta previa en orden a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Ministerio del Interior.

Para el caso de las Zonas de Reserva Campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del Plan de Desarrollo Sostenible de la zona, y/o ser socializados con la comunidad y demás entidades territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública según lo establece el Acuerdo 021 de 1996 del Incora.

Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia de las mismas, los Planes de Manejo Arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes. Dichas zonas de influencia arqueológica y Planes de Manejo deberán ser aprobados por el ICANH de conformidad con el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009 (compendiado en el Decreto único 1080 de 2015 del sector cultura).

En lo que respecta a las áreas de influencia arqueológica, de acuerdo con el artículo 4 del Decreto 833 de 2002 se precisa que: «en ningún caso la inexistencia de la declaratoria de una zona de influencia arqueológica, o la inexistencia de un Plan de manejo arqueológico, faculta la realización de alguna clase de exploración o excavación sin la previa autorización del Instituto Colombiano de Antropología e Historia».

Respecto a las Áreas de reserva especial minera (ARE), de acuerdo con el artículo 147 del Decreto 019 de 2012, en estas áreas no se admitirán nuevas propuestas sobre todos o algunos minerales y solo se otorgarán concesiones a las mismas comunidades que han realizado explotaciones tradicionales en estas áreas. De acuerdo con el artículo 32 de la Ley 685 de 2001, se considerarán “áreas libres” aquellas áreas objeto de reservas especiales que no quedaron vinculadas a proyectos mineros comunitarios, por lo que podrán ser otorgadas a terceros proponentes.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de un criterio condicionante (C1)



LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, resguardos indígenas y Zonas de Reserva Campesina que están constituidos mediante un acto administrativo de la entidad competente (ANT).

Las áreas de régimen especial declaradas no permiten diferenciar el origen del título (colonial o republicano). Para ello se requiere que la entidad competente clarifique la vigencia legal de los títulos coloniales existentes, y los reclasifique en las categorías que se incluyen en esta variable.

El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consultas previas, audiencias públicas, estudios de impacto, o verificaciones in situ al momento de implementar desarrollos productivos en áreas donde existan ampliaciones o procesos de saneamiento en resguardos indígenas en curso, áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras, o zonas de reserva campesina con acto administrativo para dar inicio al proceso de constitución.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

- ANT. (2018). Resguardos Indígenas legalmente constituidos.
- ANT. (2018). Consejos comunitarios legalmente constituidos.
- Icanh. (2019). Áreas Arqueológicas Protegidas.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- IGAC. (2018). Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.

2. Precisiones de la información.

La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que cuenten con acto administrativo vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora.

A continuación, se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas:

Tierras de las comunidades negras: En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentran en 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 hectáreas y 447.828 hectáreas, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como 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. A su vez, se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, los cuales son Nóvita, El Cantón del San Pablo y Medio San Juan en Chocó, donde más del 98 % del municipio, está bajo esta figura de protección sociocultural.

Áreas de reserva Ley 70 de 1993: De las cerca de 10 millones de ha reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico; en los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) llega al 18 %.

Resguardos indígenas: Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto MinAgricultura 2164 de 1995).

Zonas de Reserva Campesina: Las áreas constituidas como zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente



constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

Áreas arqueológicas protegidas: Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

Áreas arqueológicas protegidas	Zona	Áreas arqueológicas protegidas	Zona
Santa María de la Antigua del Darién	Directa	Piedras del Tunjo	Directa
El Salado	Directa	UPTC Tunja	Directa
Pueblito	Directa	Pupiales	Directa
La Lindosa	Raudal		Área de influencia
	Pizarra	Tequendama	Directa
	Nuevo Tolima	La Mojana	Directa
	Los Túneles	El Abra	Directa
	Los Alpes	El Infiernito	Directa
	Limoncillo	Arboleda	Directa
	Campanilla		Área de influencia
	Cerro Azul	Mogua	Directa
Las Salinas	Directa		Área de influencia
	Área de influencia	Valle alto del Rio	Directa
Piedras Blancas	Directa	Checua	Área de influencia

Unidad de análisis

Polígonos que comprenden de tierras de las comunidades negras, áreas reserva Ley 70 de 1993, resguardos indígenas, zonas de reserva campesina, áreas arqueológicas protegidas y zonas ARE, de acuerdo con las fuentes de información oficial.

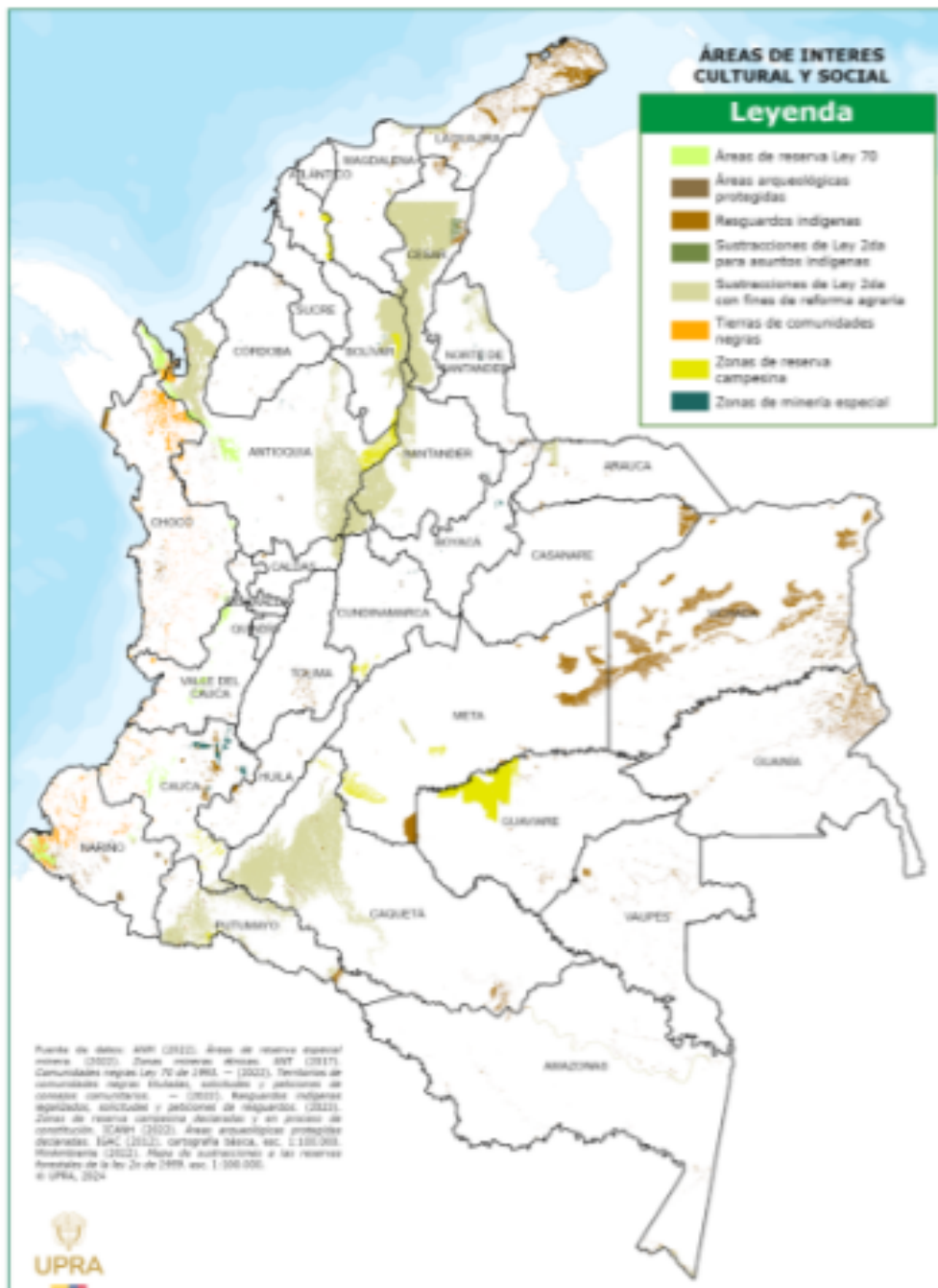
FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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 legalmente constituidos. Bogotá.
- ANT. (2018). Zonas de Reserva Campesina legalmente constituidas. Bogotá.
- Icanh. (2019). Áreas Arqueológicas Protegidas. Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá.
- 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.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





5.1.7. Variable áreas en páramos que por cobertura se clasifican en usos agropecuarios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>áreas en páramos que por cobertura se clasifican en usos agropecuarios</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricción legal	
	Condicionante legal	
DEFINICIÓN		
<p>Agrupan áreas en páramos delimitados en donde se desarrollan actividades de bajo impacto y ambientalmente sostenibles, en las cuales de acuerdo con la Ley 1930 de 2018 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, se podrá permitir la continuación de las actividades agropecuarias de bajo impacto haciendo uso de buenas prácticas que cumplan con estándares ambientales en defensa de los páramos.</p> <p>De acuerdo con la resolución 1294 de 2021, corresponden a actividades agropecuarias de bajo impacto a:</p> <p>«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».</p> <p>Estas actividades deben garantizar prácticas que minimicen los impactos en el ecosistema de páramo, por lo tanto, se deben seguir los lineamientos de conservación y prácticas de manejo sostenible. Para la conservación del ecosistema se considera:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Conservación de las coberturas naturales y parches de vegetación nativa existente. 2. Conservación y protección de nacimientos y fuentes hídricas superficiales y subterráneas para la gestión sostenible del agua y humedales altoandinos. 3. Implementar herramientas de manejo del paisaje como barreras vivas, cercas vivas multiestrato con especies funcionales propias del ecosistema, sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles, bosque y aislamiento de áreas con fines de protección. 4. Proteger y recuperar poblaciones de especies silvestres consideradas estructurantes de tipos de vegetación característicos de páramo y humedales de páramo como pajonales, frailejonales, chuscales, matorrales o bosques achaparrados y vegetación de turberas. 		



5. Atender e implementar 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 de la actividad apícola deben ser analizadas en mayor detalle, para asegurar la sostenibilidad de los ecosistemas de páramo, reconociendo que la actividad apícola genera un impacto diferente al de las explotaciones agropecuarias.	
VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE	
No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).	
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
Este condicionante depende de la actualización de la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelante el MinAmbiente con el IAVH.	
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	
Para la generación de la representación cartográfica, se identifican las áreas con actividades agropecuarias en páramos a partir de la capa de coberturas Corine Land Cover 2012, siguiendo la metodología de frontera agrícola.	
Unidad de análisis	Áreas con actividades de bajo impacto en páramos
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Ley 1930 de 2018. • Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y 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. • Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola. ActualizaciónV4.1 	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





5.1.8. Variable *gestión de riesgo*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	Producción comercial apícola	
CRITERIO ASOCIADO: <i>condicionantes legales</i>		
VARIABLE: <i>gestión de riesgo</i>		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Restricciones legales	
	Condicionante legal	✓
DEFINICIÓN		
<p>De acuerdo con la Ley 1523 de 2012 en la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, se define en el artículo 3 que la gestión del riesgo corresponde al «proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor conciencia del mismo, para impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase: rehabilitación y reconstrucción. Estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.».</p> <p>Dentro de la variable de <i>gestión de riesgo</i> se incorporan la amenaza por remoción en masa, amenaza volcánica y áreas inundables.</p> <p><i>Amenaza por remoción en masa muy alta:</i> comprende el desplazamiento ladera abajo de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material (UPRA, 2018). Esta amenaza es definida como un peligro latente relacionado con un fenómeno físico de origen natural que puede producir efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente (CEELAT, s. f.).</p> <p><i>Amenaza volcánica alta:</i> de acuerdo con UPRA (2018) comprende cualquier evento volcánico potencialmente destructivo que puede afectar un área determinada. Esta amenaza no considera la presencia o no de población o bienes alrededor del volcán e incide en el arrasamiento y destrucción de vegetación y cultivos y de las estructuras existentes a lo largo de su trayectoria.</p> <p><i>Áreas inundables:</i> se definen como el desbordamiento del agua fuera de los límites normales de un río o cualquier cuerpo de agua y/o acumulación de agua en zonas de drenajes que normalmente no se encuentran anegadas (OMM 385 de 2012). De acuerdo con el Ideam</p>		



<p>(2017) la inundación involucra la sumersión temporal de terrenos que normalmente se encuentran secos debido a aportes inusuales y/o repentinos de una cantidad de agua superior a la habitual en la zona determinada.</p>	
<p>IMPORTANCIA DE LA VARIABLE</p>	
<p>Permite identificar áreas de gestión del riesgo que potencialmente afectan el sector agropecuario y la producción apícola.</p>	
<p>VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE</p>	
<p>No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).</p>	
<p>LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE</p>	
<p>La normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales en estas áreas condicionadas, por lo que solo se exige el cumplimiento de las líneas de política determinados en cada caso. Adicionalmente, la actualización de la información cartográfica depende de los ajustes que adelanten el Ideam e IGAC.</p>	
<p>METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN</p>	
<p>De acuerdo con el decreto 1449 de 2015 del MADR se debe hacer pública la información de gestión de riesgo en el sector agropecuario, por tanto, para la identificación de amenazas por remoción en masa se considera la información del mapa nacional integrado de amenaza por movimiento en masa a escala 1:100.000 del IGAC y para la identificación de áreas de amenaza volcánica se tiene como base la información del mapa nacional integrado de amenaza volcánica, escala 1:100.000 del IGAC.</p> <p>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.</p>	
<p>Unidad de análisis</p>	<p>Áreas inundables, áreas de amenaza volcánica, áreas de amenaza por remoción en masa</p>
<p>FUENTES DE INFORMACIÓN</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Ideam. (2017). Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación. Bogotá, D.C. 110 p. • 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. • Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). Decreto 1449 de 2015. Por el cual se modifica el decreto 1071 de 2015 en lo relacionado con la reglamentación parcial de la Ley 1731 de 2014. • Organización Meteorológica Mundial (OMN). (2012). Glosario hidrológico internacional No. 385. World Meteorological Organization, 2012 (ISBN 978-92-63-03385-8) • Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2024). Frontera agrícola en Colombia escala 1:100.000. Actualización V4_1 	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE





Zonificación de apicultura

comercial en Colombia a escala 1:100.000

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para la producción comercial apícola (*Apis mellifera*) en Colombia a escala 1:100.000.

El trabajo es el producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras que lleva a cabo la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) con el fin de apoyar la gestión de la inversión del sector agropecuario.

