El campo es de todos

Minagricultura

Cultivo de Banano para la exportación



Identificación de zonas aptas en Colombia

Escala 1:100.000

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO

(MUSA AAA) CULTIVAR "CAVENDISH" EXPORTACIÓN, EN COLOMBIA

A ESCALA 1:100.000

El campo es de todos

Minagricultura

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)
Rodolfo Enrique Zea Navarro
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Gonzalo Botero Botero
Viceministro de Asuntos Agropecuarios

Juan Camilo Restrepo Gómez
Viceministro de Desarrollo Rural

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA)
Felipe Fonseca Fino
Director general

Mercedes Vásquez de Gómez
Secretaria general

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

Daniel Alberto Aguilar Corrales
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

Luz Marina Arévalo Sánchez
Gloria Cecilia Chaves Almanza
Emiro José Díaz Leal
Sandra Milena Ruano Reyes
Mónica Cortés Pulido
Asesores

Editores
Felipe Fonseca Fino
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Dirección Técnica
Daniel Alberto Aguilar Corrales

Coordinación técnica
Ricardo Fabián Siachoque Bernal

Autores
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Claudia Liliana Cortés López
Sebastián Polo Carrera
Gabriel Eduardo Páramo Rocha
Claudia Patricia Acosta Latorre
Juan Antonio Gómez Blanco
Luis Eduardo García Castellanos
Néstor Enrique Mendivel Delgado
Pedro David Porras Rodríguez
Juan Pablo Acosta Latorre
Adriana Marcela Porras Rey
Jaime Vergara Hicapié
Jaime Ernesto Lozano Martínez
Luisa María Lagos Riaño
Carlos Enrique Ñústez Moreno
Magda Alejandra Castro Pulido

Compilación
Néstor Enrique Mendivel Delgado
Sandra Inés Restrepo Sánchez
Jeimy Paola Jiménez Sánchez

Representación cartográfica
Luz Mery Gómez Contreras
Fernando Antonio Castillo Jiménez
Edward Alejandro Moreno Bojacá
Jaime Andrés Unriza Vargas
Nancy Milena Alarcón Fernández
David Leonardo Cifuentes López

Corrección de texto y estilo, diseño y diagramación
Imprenta Nacional de Colombia

Fotografías
Banco de imágenes de la UPRA
Andrés Eduardo Paz Duarte

Este documento es propiedad de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Prohibida su reproducción total y su uso con fines comerciales sin autorización expresa de la UPRA. Cítese así: Siachoque, R., Cortés, C., Polo, S., Páramo, G., Acosta, C., Gómez, J., García, l., ... Castro, M. (2020). *Cultivo de banano para la exportación. Identificación de zonas aptas en Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA.

Elaborado en 2019.

UPRA, 2020.

ISBN: 978-958-5552-61-6



Tabla contenido

Índice de tablas 7
Índice de figuras 10
Lista de abreviaturas, acrónimos y siglas 12
Lista de símbolos 14
Glosario 15
Resumen 17
Introducción 18
1 Antecedentes 21
1.1. Contexto sectorial 23
1.1.1. El cultivo de banano 23
1.1.2. Clasificación taxonómica 24
1.1.3. Descripción botánica y morfología 25
1.1.4. Requerimientos del cultivo 26
1.1.5. Aspectos fitosanitarios 26
1.2. Contexto mundial 29
1.2.1. Producción mundial de banano 29
1.2.2. Consumo mundial de banano 30
1.2.3. Exportaciones de banano 31
1.2.4. Importaciones mundiales de banano 33



1.3. Contexto nacional 33

1.3.1 Importancia económica 34

1.3.2. Área, producción y rendimiento 34

1.3.3. Exportaciones nacionales de banano 34

1.3.4. Caracterización de los sistemas de producción 36

1.3.5. Importancia ambiental 37

1.3.6. Dinámica del mercado 37

1.3.7. Principales zonas de producción de banano de exportación en Colombia 38

1.4. Marco político 39

1.5. Marco normativo 40

1.6. Alcances y limitaciones 42

2. Marco conceptual 45

3. Marco metodológico 49

3.1. Definición del tipo de utilización de la tierra (TUT) 52

3.1.1. Descripción de la cadena 52

3.2. Criterios de análisis jerárquico 53

3.2.1. Criterios físicos 53

3.2.2. Criterios socioecosistémicos 57

3.2.3. Criterios socioeconómicos 59

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas 63

3.3.1. Criterios y variables del componente físico 63



3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico 65
3.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico 67
3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales 68
3.4.1. Exclusiones legales 69
3.4.2. Condicionantes legales 72
3.5. Análisis multicriterio 76
3.5.1. Proceso analítico jerárquico (AHP) 76
3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico 76
3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico 78
3.7. Proceso de validación de los mapas 81
3.7.1. Socialización con los actores de la cadena del banano 81
4. Resultados 87
5. Conclusiones 103
6. Referencias bibliográficas 105
7. Anexos 109



Índice de tablas

Tabla 1. Panorama de la producción mundial de banano 29

Tabla 2. Producción mundial de banano y plátano por regiones 29

Tabla 3. Principales países productores de banano entre 2010-2018, en toneladas, y su participación en la producción mundial 30

Tabla 4. Principales países exportadores de banano 2014-2018 32

Tabla 5. Principales países importadores de banano (2014-2018), en toneladas y tasas de crecimiento 33

Tabla 6. Evolución del área, producción y rendimiento de banano por zonas en Colombia (2016-2019). 34

Tabla 7. Destinos de las exportaciones colombianas de banano "Cavendish" durante el 2019, en cajas de 20 kg 34

Tabla 8. Principales destinos de las exportaciones colombianas de banano "Cavendish" (2014-2019), en cajas de 20 kg 35

Tabla 9. Exportaciones de banano colombiano (2014-2019), en millones de cajas de 20 kg 35

Tabla 10. Área sembrada, producción y rendimiento de banano por municipio y zona en 2018 39

Tabla 11. Marco de políticas y lineamientos relacionados con el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 39

Tabla 12. Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 40

Tabla 13. Principios de la evaluación de tierras 46

Tabla 14. Variables del subcomponente climático 55

Tabla 15. Criterios y variables del subcomponente edáfico 55

Tabla 16. Variables del subcomponente fitosanitario 57

Tabla 17. Criterios y variables del componente socioecosistémico 59



Tabla 18. Criterios y variables del componente socioeconómico 61

Tabla 19. Categorías de aptitud para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 63

Tabla 20. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico 64

Tabla 21. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico 66

Tabla 22. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico 67

Tabla 23. Exclusiones legales 69

Tabla 24. Condicionantes legales 72

Tabla 25. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico 76

Tabla 26. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio 76

Tabla 27. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación 77

Tabla 28. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación 78

Tabla 29. Matriz de paso para la zonificación de aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación 78

Tabla 30. Área según categoría de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 87

Tabla 31. Áreas aptas por departamento para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 89

Tabla 32. Departamentos con las mayores áreas de aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 90

Tabla 33. Departamentos con las mayores áreas de aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 91

Tabla 34. Departamentos con las mayores áreas de aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 92



Tabla 35. Principales municipios con áreas aptas para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 93

Tabla 36. Municipios con las mayores áreas con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 94

Tabla 37. Municipios con las mayores áreas con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano de exportación en Colombia 95

Tabla 38. Municipios con las mayores áreas con aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia 96



Índice de figuras

Figura 1. Aspectos morfológicos de la planta de banano (Musa AAA) 26

Figura 2. Pseudotallo de banano afectado por Fusarium oxysporum f. sp. cubense; muestra con corte longitudinal y transversal 27

Figura 3. Consumo per cápita de banano (kg/año) en 2013 31

Figura 4. Proceso productivo para el banano de exportación 36

Figura 5. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 45

Figura 6. Tipos de criterios empleados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 50

Figura 7. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales 51

Figura 8. Criterios y variables del componente físico 58

Figura 9. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica 58

Figura 10. Criterios y variables del componente socioecosistémico 58

Figura 11. Criterios y variables del componente socioeconómico 60

Figura 12. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación 71

Figura 13. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación 75

Figura 14. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud 79

Figura 15. Modelo cartográfico integral para banano 80

Figura 16. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud 81



Figura 17. Socialización y validación de criterios, variables y rangos. Mesas de trabajo con miembros de la cadena de banano. Carepa, Antioquia 82

Figura 18. Visita de campo. Finca Maryland, embarcadero Nueva Colonia. Turbo, Antioquia 82

Figura 19. Socialización y validación de criterios, variables y rangos. Mesas de trabajo con miembros de la cadena del banano. Santa Marta, Magdalena. 83

Figura 20. Recorrido de campo, cultivo sobre carretera Santa Marta - Ciénaga. Ciénga, Magdalena 84

Figura 21. Recorrido de campo, corregimiento de Orihueca. Zona Bananera, Magdalena. 84

Figura 22. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000 88

Figura 23. Principales departamentos con aptitud para el cultivo tecnificado de banano de exportación en Colombia (ha) 90

Figura 24. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 91

Figura 25. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 92

Figura 26. Principales departamentos con aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 93

Figura 27. Principales municipios con aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 94

Figura 28. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 95

Figura 29. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 96

Figura 30. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha) 97



Abreviaturas, acrónimos y siglas

AC	Áreas críticas para especies migratorias en agroecosistemas
ACES	Área de concentración de especies sensibles en el territorio
Agrosavia	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AHP	Proceso analítico jerárquico *(Analytic Hierarchy Process)*
AICA	Áreas de importancia para la conservación de aves
APC	Áreas prioritarias de conservación
Asbama	Asociación de Bananeros del Magdalena y La Guajira
Asobanarcoop	Cooperativa de Pequeños Productores de Río Frío
Asocoomag	Asociación de Cooperativas del Magdalena
Augura	Asociación de Bananeros de Urabá
Banafrucoop	Cooperativa de Productores de Banano del Magdalena
Banafrut	Sociedad de Comercialización Internacional Banafrut, S. A. (C. I. Banafrut, S. A.)
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
Cenibanano	Centro de Investigaciones del Banano
C. I.	Comercializadora Internacional
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
Coobafrío	Cooperativa Bananera de Río Frío
Coobamag	Cooperativa Multiactiva de Bananeros del Magdalena
Coodebán	Cooperativa de Bananeros de Río Frío
Coomulbanano	Cooperativa Multiactiva de Bananeros de Orihueca
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia a partir de noviembre de 2018)
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DHR	Disponibilidad hídrica real
DMI	Distrito de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EE.UU.	Estados Unidos de América
Emprebancoop	Cooperativa de Pequeños Empresarios de Banano
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
FAG	Fondo Agropecuario de Garantías
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FOB	Libre a bordo (Free on Board).
Fundaunibán	Fundación Unibán
Global GAP	Sistema de certificación independiente para las Buenas Prácticas Agrícolas (Global Good Agricultural Practices}
IAVH	Instituto Alexánder von Humboldt
IC	Índice de competitividad
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 de uso de agua
Minagricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Minambiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Mincultura	Ministerio de Cultura
Mineducación	Ministerio de Educación Nacional
Mintransporte	Ministerio de Transporte
m s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
pH	Potencial de hidrógeno
PIB	Producto interno bruto
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
SIG	Sistema de información geográfica
Sina	Sistema Nacional Ambiental
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
Sintrainagro	Sindicato Nacional de Trabajadores de la Industria Agropecuaria
SRTM	Misión topográfica Shuttle Radar (Shuttle Radar Topography Mission)
SZH	Subzona hidrográfica
Tecbaco	C. I. Técnicas Baltime de Colombia, S. A.
TUT	Tipo de utilización de la tierra
UAF	Unidad agrícola familiar
Uariv	Unidad para la Atención y Reparación Integral de las Víctimas
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
Unibán	Asociación de Bananeros de Colombia
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USD	Dólar estadounidense
USDA	Departamento de Agricultura de los EE. UU. (United States Department of Agriculture)



Signos y símbolos

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
bar	unidad de presión
°C	grado Celsius
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
€	Euro (actual moneda de la Unión Europea)
g	gramo
h	hora
ha	hectárea
kg	kilogramo
km	kilómetro
kPa	kilopascal (10^{3} Pa)
ln	logaritmo natural
m	metro
m^2	metro cuadrado
m^3	metro cúbico
me	miliequivalente
mm	milímetro
Mm^3	Megametro cúbico
mol	cantidad de sustancia
Pa	pascal (unidad de presión)
ppm	partes por millón
S	siemens (medida de conductancia eléctrica)
spp.	grupo de especies pertenecientes a un taxón biológico
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 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.

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

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

Competitividad: Determinante fundamental del modelo de crecimiento y desarrollo sectorial; se asocia con el uso eficiente de los factores de producción, la consolidación de los altos niveles de innovación en los sistemas productivos, la diversificación y ampliación de los mercados, la articulación de los mercados regionales y la población rural para desarrollar su potencial productivo y elevar su calidad de vida (UPRA, 2014, basado en Porter, 1990).

Componente: Composición de varios elementos que se agrupan para dar significancia parcial a la aptitud. En la evaluación de tierras, están tipificados los componentes físico, socioecosistémico y socioeconómico (UPRA, 2019).

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

Contrato spot: Contrato tanto de compra como de venta de una divisa, de una materia prima, de una acción en particular o de algún tipo de elemento financiero para su respectivo pago y entrega posterior en la fecha estipulada, la cual normalmente no supera los dos días.

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

Enfoque ecosistémico: Uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano, en cuya visión las estrategias de gestión deben considerar tanto la dinámica en las diferentes escalas de la organización biológica como las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales (Martín-López et al., 2009; Minambiente, 2012, citados por UPRA, 2014).

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

Evaluación multicriterio: Método diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere la evaluación de varios criterios. Un criterio es la base para una decisión, puede medirse o evaluarse y puede ser de



dos tipos: factor (para el cual se definen los niveles de aptitud) o restricción (que para este caso se considera de carácter técnico, normativo o técnico-normativo). Un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración; una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman et al., 1995).

Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de proyectos productivos del sector agropecuario.

IDHc: Relación entre precipitación y evapotranspiración de referencia mensual, llevada a una medida de tendencia anual, en función del rendimiento relativo de los cultivos (Doorenbos y Kassam, 1979).

Inocuidad de los alimentos: Conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de los alimentos para asegurar que una vez ingeridos no representen un riesgo apreciable para la salud.

Parición: Hace referencia a la emisión de la bellota de la planta de banano.

Tipo de utilización de la tierra (TUT): Se refiere a un uso específico que se describe a un nivel de detalle apropiado según la escala de evaluación de tierras, en términos de la producción, el contexto social y económico; sus principales características físicas, agronómicas y productivas, así como los costos y los ingresos generados por la actividad de producción (UPRA, 2013).

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

Uso eficiente del suelo rural: Armonización espacial o temporal de todos los usos del suelo en un área determinada, que garantiza el bienestar humano a fin de alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio (UPRA, 2013). En tal sentido, la eficiencia está referida tanto a la sostenibilidad integral como a la competitividad de los sistemas productivos (UPRA, 2014).

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



Resumen

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano (Musa AAA)) cultivar "Cavendish" de exportación, a escala 1:100.000 en Colombia, producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras que lleva a cabo la UPRA, orientados a guiar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene cuatro secciones: la primera presenta los antecedentes del sector en términos de su importancia internacional y nacional; la zonificación de banano en Colombia, escala 1.100.000, el marco político y el marco normativo de la cadena. La segunda aborda el marco conceptual, basado en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, los enfoques de productividad, sostenibilidad y competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, respectivamente. La tercera tiene la metodología de la zonificación, desde la definición del TUT hasta la evaluación y comparación de las matrices multicriterio (biofísica y socioeconómica). La cuarta muestra los resultados y las conclusiones de la zonificación, representados en el mapa de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para exportación y las conclusiones.

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

Se identificaron nueve criterios físicos, cuatro socioecosistémicos y siete socioeconómicos, a partir de los cuales se obtuvo el mapa de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000, el cual muestra que se dispone de 5.096.635 ha aptas para el cultivo, lo que equivale al 4,5 % del territorio colombiano y al 12,9 % de la frontera agrícola nacional. Del total de áreas aptas, el 13,8 % corresponde a aptitud alta (A1), el 26,5 % a aptitud media (A2) y el 60,1 % a aptitud baja (A3).

Palabras clave: banano de exportación, criterios, evaluación de tierras, análisis multicriterio, mapa de aptitud.



Introducción

El Plan de Desarrollo 2019-2022 «Pacto por la Equidad» expresa en el numeral I: Política social moderna centrada en la familia, eficiente, de calidad y conectada a mercados; línea 4: Alianza por la seguridad alimentaria y la nutrición: ciudadanos con mentes y cuerpos sanos; objetivo 1. Incrementar la producción de alimentos mediante el uso eficiente del suelo, para generar una provisión estable y suficiente de alimentos que permitan cubrir las necesidades nutricionales de la población colombiana y estrategia: Incrementar a nivel nacional y territorial la producción, oferta y abastecimiento de alimentos, en el marco del ordenamiento social rural, el productivo y el agropecuario; en el numeral II: Pacto por el emprendimiento y la productividad: una economía dinámica, incluyente y sostenible que potencie todos nuestros talentos, línea 5: Campo con progreso: una alianza para dinamizar el desarrollo y la productividad de la Colombia rural, objetivo 2: Promover la transformación productiva agropecuaria por medio del ordenamiento de la producción, el desarrollo de clústeres y cadenas de valor agroindustriales, que integren la producción industrial con la de pequeños y medianos productores y como estrategia del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura), con el apoyo de la UPRA y Agrosavia, impulsar el desarrollo de procesos de planificación agropecuaria integrales y el numeral XV: Pacto por la descentralización: conectar territorios, gobiernos y poblaciones, línea 1: Políticas e inversiones para el desarrollo, el ordenamiento y fortalecimiento de la asociatividad, objetivo 2: Armonizar la planeación para el desarrollo y la planeación para el ordenamiento territorial: para garantizar el logro de este objetivo es necesario emprender una estrategia de política pública con enfoque integrador (entre ordenamiento y desarrollo, y entre niveles y sectores con incidencia en el ordenamiento nacional, regional, y entidades territoriales).

Para su efectiva implementación se requerirán desarrollos reglamentarios para los niveles regionales (departamentos y esquemas asociativos) complementados con el fortalecimiento del ordenamiento territorial, la generación de cartografía y catastro en el nivel municipal. Además, lo anterior se enmarcará en un sólido sistema de seguimiento al ordenamiento y el desarrollo para identificar acciones de mejora, buenas prácticas y alertas tempranas sobre conflictos de uso del suelo y corrupción en el ordenamiento territorial y la estrategia: Adoptar la Política General de Ordenamiento Territorial, y la reglamentación de los instrumentos de ordenamiento de nivel intermedio de planeación.

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

Por lo anterior, y teniendo en cuenta que en el proyecto de inversión «Desarrollo de la planificación y gestión del territorio rural para usos agropecuarios en el ámbito nacional» se establece como objetivo específico 3 «Fomentar la planificación de los mecanismos de intervención de los sistemas productivos», la Dirección de Uso Eficiente y Adecuación de Tierras de la UPRA propuso desarrollar estudios para la planificación del uso eficiente del suelo, la adecuación de tierras y el ordenamiento productivo.

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

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

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

En el marco de dicha actividad, la UPRA adelanta estudios que sirvan como referencia para la actividad misional de la unidad o como medio para la validación de las metodologías, lineamientos y criterios propuestos en el marco de las demás actividades. Dentro de los objetivos específicos de la presente zonificación de aptitud están los siguientes:

- La elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación a escala 1:100.000 mediante la definición de los criterios y variables que inciden en la delimitación de áreas con aptitud.
- La definición de los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación, así como la identificación y estandarización de la información geográfica disponible en las bases de datos asociadas.
- La elaboración, con fundamento en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para el cultivo tecnificado de banano para la exportación, a escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro secciones: la primera se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia económica del subsector bananero y su industria de exportación, así como los marcos político y normativo asociados al cultivo. En la segunda se describen los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud. En la tercera se plantea la metodología empleada, incluyendo los criterios utilizados dentro de los tres componentes –físico, socioecosistémico y socioeconómico–, su evaluación y ponderación para la obtención del mapa integrado de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. En el cuarto se presentan los resultados obtenidos en la identificación de las áreas aptas para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia.

Al final se presentan las conclusiones del proceso de zonificación de aptitud a escala 1:100.000 y el anexo que contiene las fichas metodológicas de criterios y variables empleados, donde se describen y se detallan los rangos, datos, su análisis y procesamiento, como también las fuentes utilizadas para su obtención. También incluye el mapa respectivo del criterio y de las variables.



1. Antecedentes



1 Antecedentes

La UPRA ha llevado a cabo desde el año 2014 la zonificación de aptitud para diferentes sistemas productivos a escala 1:100.000 en Colombia. Como ejemplo está la realizada para los cultivos comerciales de aguacate Hass, ají Tabasco, arroz secano mecanizado, caucho, cacao, cebolla de bulbo, maíz tecnificado de clima cálido, mango, palma de aceite, papa genérica e industrial (R-12), papaya Tainung, piña MD-2, pimentón y plantaciones forestales. Se encuentran en construcción algodón, caña de azúcar para panela, café, gulupa y maracuyá.

En el sector pecuario se desarrollaron las zonificaciones de aptitud para avicultura en granjas, porcicultura tecnificada y ganadería bovina de leche y de carne en pastoreo. De forma paralela, se efectuó la zonificación de aptitud de especies acuícolas y pesqueras para el cultivo comercial en estanques en tierra de tilapia, cachama, trucha, tres especies ícticas nativas de Colombia (yamú, bocachico y bagre rayado), camarón blanco y pirarucú, pesca marina artesanal de camarón y bocachico del Magdalena. Actualmente se encuentran en construcción las zonificaciones de ovinos y bufalinos.

El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA, fortaleciendo el desarrollo de políticas del sector, priorizando la consolidación de posibles núcleos productivos y orientando inversiones a escala nacional o regional. Es decir, la zonificación es parte del proceso de planificación agrícola y constituye una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.

1.1. Contexto sectorial

A continuación se presentan aspectos relacionados con el origen del banano, su taxonomía, la morfología de la planta y sus requerimientos ambientales, así como los principales problemas fitosanitarios.

1.1.1. El cultivo de banano

El banano es uno de los cultivos más importantes mundialmente ya que constituye la base de la economía para millones de personas de países en vías de desarrollo localizados en la zona ecuatorial.

El origen de los bananos comestibles es dudoso, aunque con frecuencia se hace referencia al banano en las antiguas literaturas hindúes, chinas, griegas y romanas; se piensa que Malasia fue un importante centro de diversidad genética de los diploides comestibles de *Musa acuminata,* que fueron llevados a la India, donde se dio la hibridación con *Musa balbisiana* para producir los triploides comestibles.

En Colombia, las primeras plantaciones de banano de las que se tiene referencia se presentaron antes de 1890 en Ciénaga, municipio del Magdalena; ya para 1943 se encontraban sembradas 23.467 ha de banano en el departamento (Banrepcultural, 2020). Para el año 1960, la empresa Frutera Sevilla, filial de United Fruit Company, se establece en el valle de Urabá y planta, con resultados adversos, el clon "Gros Michel", lo que la obliga a abandonar la región en 1963, por lo cual los productores se ven en la necesidad de organizarse para comercializar la fruta creando la Asociación de Bananeros de Colombia (Unibán) y la Asociación de Bananeros de Urabá (Augura). Entre 1969 y 1975, debido a la grave afectación de los cultivos producida por la enfermedad "mal de Panamá", actualmente conocida como marchitez por fusarium, los agricultores se vieron obligados a sembrar un cultivar resistente, haciendo el cambio de "Gros Michel" a "Cavendish" (ICA, 2015; Ploetz, 2015), estabilizando y fortaleciendo la actividad; sin embargo, este material genético es susceptible a la sigatoka negra (Martínez y Hoyos, 2012).

El banano *(Musa AAA)* es uno de los cultivos de mayor importancia en el mundo en términos de producción y demanda. Se estima que el 20 % de la producción mundial se destina al comercio global, hecho que lo convierte junto con las manzanas, las uvas y los cítricos en el conjunto más importante de productos frutícolas comercializados. El resto de la producción de banano hace parte de un extenso rango de variedades, cada una adaptada a una región determinada y seleccionada por consumidores específicos y por sus cualidades culinarias (Inibap, 2000).

Los mayores productores de banano de exportación son países centroamericanos y suramericanos. El comercio está concentrado en compañías multinacionales que le otorgan al mercado mundial una manifiesta estructura de oligopolio.

En Colombia, las regiones del Golfo de Urabá, el nororiente del departamento del Magdalena y los municipios de Riohacha y Dibulla, en La Guajira, se han especializado en la producción y exportación de banano con altos niveles de productividad e integración de los productores y comercializadores gracias a las ventajas comparativas de localización y calidad de los suelos.

En el país existen dos tipos de banano, el criollo o de consumo interno y el de exportación; de este último Colombia tiene tradición como productor y exportador. El cultivar "Cavendish" es el banano actualmente predominante para exportación, destacándose los siguientes clones:

- **Cavendish enano:** Se desarrolla bien en climas fríos; es de baja altura, por lo cual es menos susceptible a daño por vientos, e igualmente favorece las labores relacionadas con el manejo agronómico del racimo (Simmonds, 1966). Los racimos presentan frutos curvos, con sus "manos" o "gajas" más cerca unas con otras y abiertas en relación con el eje (Martínez y Hoyos, 2012).
- **Cavendish gigante:** Se caracteriza por tener frutos algo más grandes que los demás cultivares "Cavendish". Su racimo es de aspecto troncocónico, lo que lo hace altamente productivo (Simmonds, 1966; Martínez y Hoyos, 2012).
- **Grande naine:** Tiene plantas de bajo porte, de entre 2,8 y 3,5 m de altura, con pseudotallo grueso. Posee alta capacidad de enraizamiento, lo que le confiere resistencia a volcarse por la acción del viento; los frutos son pesados, aunque más cortos que los del clon Valery. Es altamente susceptible a la sequía (Martínez y Hoyos, 2012).
- **Valery:** Es considerada una planta de porte medio, entre 3,8 y 4,0 m, por lo que no es tan vulnerable al daño por vientos. Sus frutos son grandes y maduran lentamente, lo que lleva a la aplicación de etileno para acelerar su maduración. El cultivo puede manejarse con una alta densidad de siembra, lo que se constituye en un factor interesante para el agricultor (Simmonds, 1966, Martínez y Hoyos, 2012).

1.1.2. Clasificación taxonómica

Musa es el género tipo de la familia de las musáceas, que comprende unas 50 especies de confusa taxonomía y decenas de híbridos. Se distinguen tres especies *Musa acuminata, M. balbisiana* y *M. paradisiaca,* comprendidas bajo el epíteto común de banano.

De acuerdo con la clasificación dada por el Integrated Taxonomic Information System" (ITIS, 2020), la planta de banano se encuentra en la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae (plantas)

Subreino: Tracheobionta (plantas vasculares)

Superdivisión: Espermatophita (plantas de semillas)

División: Magnoliophyta (plantas de flores)

Clase: Liliopsida (monocotiledóneas)

Subclase: Zingiberidae

Orden: Zingiberales

Familia: Musaceae (bananos)

Género: *Musa* (bananos)

Las especies del género *Musa* están agrupadas de acuerdo con la "ploidia", entendida como el número de grupos de cromosomas que poseen y la porción relativa en su genoma de las especies *M. acuminata* (A) y *M. balbisiana* (B). La mayoría de los cultivares de bananos que actualmente se siembran son híbridos triploides (AAA, AAB, ABB). Los diploides (AA, AB y BB) y los tetraploides (AAAA, AAAB, AABB, y ABBB) son mucho más raros (Nelson *et al.,* 2006).

De acuerdo con Simmonds (1973), los cultivares triploides que dan origen a las musáceas comestibles más importantes son los siguientes:

- AAA: Bananos como "Cavendish" y "Gros Michel" (no hubo hibridación, pero sí poliploidía)
- AAB: Plátanos como "Curraré" y "Dominico"
- ABB: Guineos como "Cuadrado" y "Pelipita"

1.1.3. Descripción botánica y morfología

El banano es una planta perenne gigante, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares que forma una "cepa" de 3,5 a 7,5 m de altura, terminando en una corona de hojas. Su propagación es de forma vegetativa y se realiza a partir del rizoma o cormo, que se encuentra bajo tierra y el cual es considerado como el tallo verdadero de la planta y donde se encuentra el meristemo apical, que da origen al pseudotallo, las hojas y el racimo (Martínez, 1998).

Las raíces tienen forma de cordón y varían en número según las diferencias clonales y ecológicas; aparecen en grupos de tres o cuatro, con un diámetro que oscila entre 5 y 10 mm y una longitud de 5 a 10 m. Se pueden encontrar de 200 a 300 raíces en un rizoma sano; la mayor cantidad de raíces se localizan en los primeros 15 cm del suelo y, horizontalmente, se pueden extender hasta 5 m de largo. Las raíces inferiores pueden llegar a profundizar 1,30 m (Karamura *et al.*, 2011).

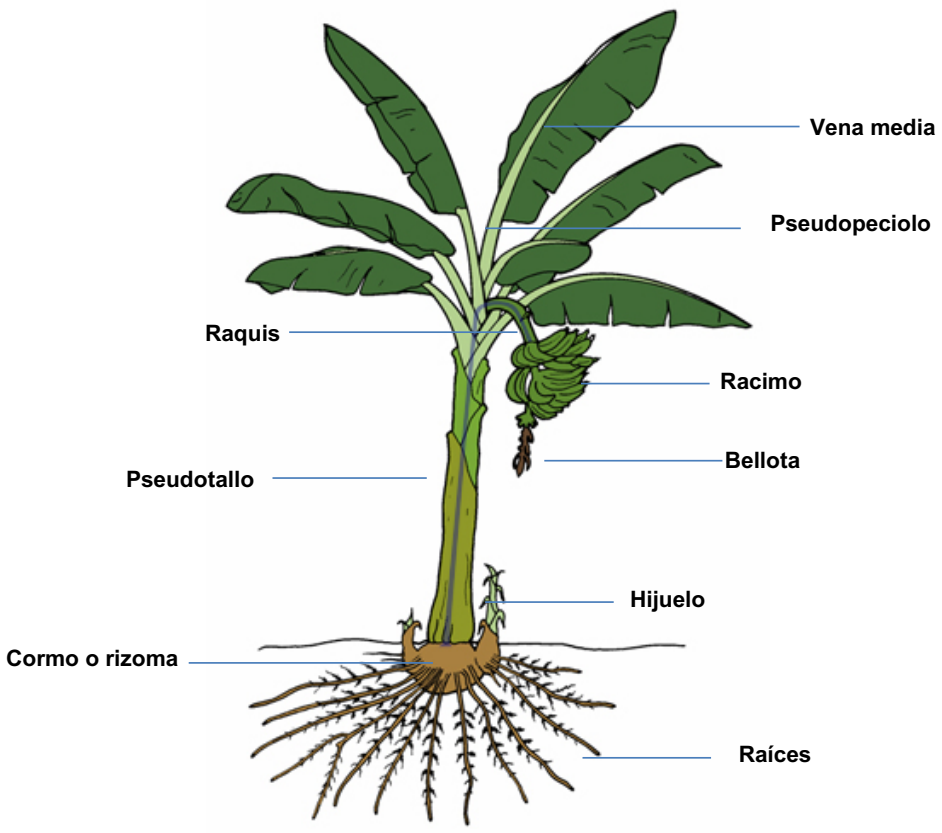
Las hojas tienen una distribución helicoidal (filotaxia espiral) y las bases foliares circundan el tallo (rizoma) dando origen al pseudotallo. La hoja adulta consta de cuatro partes bien diferenciadas y una quinta temporal: a) la vaina, que es la parte basal y envolvente de la hoja, que forma parte del pseudotallo; b) el peciolo, de forma de medialuna y acanalado; c) la nervadura central, que es la prolongación del peciolo y se adelgaza hacia el ápice de la hoja; d) la lámina o limbo, de forma de óvalo-oblonga con su ápice obtuso; y e) el apéndice, que es una prolongación del nervio central y le permite a la hoja nueva abrirse paso por el pseudotallo al ir emergiendo.

Las hojas de los hijos se mantienen estrechas y triangulares hasta que la planta madre inicia su floración y entonces estos hijos desarrollan los limbos o láminas. La iniciación de las raíces es independiente a la formación de las hojas anchas, por lo que existe un único sistema de raíces que contribuye a la nutrición de la planta y sus retoños.

Una vez formadas las primeras hojas, el meristemo apical da origen al racimo, que se comunica con el rizoma por medio de una estructura de forma tubular llamada raquis, cuya función es transportar el racimo a través del pseudotallo hasta su emergencia o parición en la parte superior de la planta. El racimo se encuentra formado tanto por flores masculinas como femeninas; estas últimas dan origen a los frutos partenocárpicos (Martínez, 1998) (figura 1).



Figura 1. Aspectos morfológicos de la planta de banano (Musa AAA)



Fuente: https//www.promusa.org/Morphology+of+banana+plant

1.1.4. Requerimientos del cultivo

El banano se desarrolla en regiones tropicales húmedas y cálidas entre los 30° de latitud norte y 30° de latitud sur con un óptimo entre 0 y 15° de latitud norte o sur (Aubert, 1971). Presenta un rápido crecimiento continuo y su inflorescencia aparece cuando se detiene la producción de hojas y raíces (Aubert, 1971). La luz, la temperatura y la reserva de agua, así como un buen contenido de nutrimentos, son determinantes para su desarrollo (Spedding, 1979).

La planta de banano, por su estructura, requiere una gran disponibilidad de humedad permanente en los suelos. La temperatura tiene una función preponderante en el desarrollo y crecimiento del banano. Esta requiere temperaturas relativamente altas, entre los 21 y 29,5 °C (Vakili, 1974).

Los mejores suelos para el cultivo son aquellos que presentan excelentes propiedades químicas, con una fertilidad alta y características físicas como buen drenaje y texturas medias de francoarenosas a francoarcillolimosas.

1.1.5. Aspectos fitosanitarios

Las enfermedades tienen una alta repercusión e impacto económico en regiones tropicales donde las condiciones ambientales son más favorables para su desarrollo (Arauz, 1998). Pueden ser causadas por varios agentes patógenos: hongos, virus o bacterias, los cuales actúan solos o en combinación.

Entre los principales problemas fitosanitarios que afectan a la planta de banano se encuentran:

a. Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*

Es una de las enfermedades más importantes para el cultivo de banano por su acción devastadora y sus altos costos de control, pudiéndose realizar hasta 70 aplicaciones de fungicidas por año (Augura, 2016); por lo anterior, por el conocimiento que se tiene de su etiología y de la influencia de las condiciones climáticas para su desarrollo, fue considerada para su espacialización en la presente zonificación.

Causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis,* es importante en la producción de musáceas (banano y plátano), a nivel mundial. Al limitar la fotosíntesis repercute en producciones de racimos y frutos con menores pesos en comparación con plantas sanas. Adicionalmente, las infecciones severas causan la madurez prematura del fruto (CIAT, 2013). La enfermedad es más agresiva en épocas lluviosas debido a la presencia continua de una lámina de agua sobre las hojas, que favorece los procesos de liberación e infección de las esporas. Complementariamente, la temperatura juega un papel determinante en su dispersión.

El manejo de la sigatoka negra en plantaciones comerciales de bananos en el mundo es altamente dependiente del uso de fungicidas, y de las prácticas de cultivos para reducir fuentes de inóculos y evitar condiciones favorables para el desarrollo del patógeno (Douglas y Ronald, 1992). Esta enfermedad se ve fuertemente influenciada por las condiciones climáticas como son la temperatura, la humedad relativa y la lluvia, lo cual es analizado en el presente estudio de zonificación.

b. Marchitez por fusarium *(Fusarium oxysporum* f. sp. cubense - Foc)

Es considerada como una de las enfermedades más destructivas, encontrándose difundida en todos los países donde se cultiva banano (EPPO, 2020). Los síntomas externos se caracterizan por un amarillamiento uniforme de las hojas adultas a lo largo del margen foliar, el cual se extiende hacia la nervadura central de la hoja, hasta que queda completamente seca y de color café; puede o no manifestarse un agrietamiento en la base del pseudotallo. Posteriormente, todas las hojas se marchitan, quedan suspendidas de la planta y unidas al pseudotallo (Moore *et al.,* 1995).

En el pseudotallo se puede evidenciar la enfermedad al hacer un corte transversal del mismo, pudiendo observar la presencia del hongo en los haces vasculares que se tornan de color café oscuros (Ploetz, 2015) (Figura 2).

Figura 2. Pseudotallo de banano afectado por *Fusarium oxysporum f. sp. cubense;* muestra con corte longitudinal y transversal



Fuente: https://www.promusa.org/Fusarium+wilt

Fusarium oxysporum f. sp. *cubense*. Se dispersa principalmente a través del movimiento de material de propagación y residuos de plantas infectadas. También se puede propagar a través del suelo adherido a los implementos de siembra, como la herramienta y equipos, por los vehículos y por las personas que ingresan a las fincas afectadas (ICA, 2019). Las esporas del patógeno, así como el material infectado, son transportados hacia los canales de drenaje por el agua de lluvia y, a través del agua de riego, estas esporas infectan nuevas áreas agrícolas (Moore et al., 1995).

Existen cuatro razas de *F. oxysporum* f. sp. cubense. La raza 1 ataca al banano "Gros Michel", también afecta al clon "Manzano". La raza 2 afecta plátanos de cocción como el "Bluggoe" o "Cuadrado", y algunos tetraploides mejorados. La raza 3 se ha reportado afectando especies de heliconias y muestra muy poco o ningún efecto sobre plátanos de mesa (Manzo, 2013). La raza 4 (Foc R4 Tropical o Foc R4T) es la más destructiva, ya que afecta clones susceptibles a las razas 1 y 2, así como a los cultivares del grupo "Cavendish" (Stover H., 1998; Ploetz R.C., 2015).

Entre 1920 y 1950, la raza 1 causó una de las epidemias más severas, eliminando grandes áreas de producción de "Gros Michel", que para la época era el principal banano de exportación en los países de América Latina y el Caribe. Esta situación se superó con el uso de un cultivar resistente, denominado "Cavendish", que posteriormente se constituyó como el principal banano de exportación a nivel mundial.

Sin embargo, según el ICA, 2019, para la década de 1990 se reportó en Taiwán la presencia del Foc R4T, afectando cultivares "Cavendish". A partir de allí se extendió hacia los países del sudeste asiático (Indonesia, Malasia y Filipinas), China, Norte de Australia, India, Pakistán, Oriente Medio (Jordania, Israel y el Líbano) y África (Mozambique). Actualmente está presente en 19 de los 135 países productores de musáceas, estimándose en más de 100.000 ha afectadas por la enfermedad.

A finales de 2019 se confirmó la presencia del Foc R4T en Colombia, en el municipio de Dibulla, departamento de La Guajira, en un área de 175 hectáreas. Ante esta situación, el ICA expidió la declaratoria de emergencia fitosanitaria de carácter nacional y se refrendaron y ampliaron las medidas de vigilancia en todo el país a fin de incrementar los controles y disponer de medidas adicionales para atender la situación y mitigar el riesgo de dispersión a otras regiones; en diciembre se erradicaron 168,5 ha infectadas.

La presencia del Foc R4T en Colombia ha generado la necesidad de implementar acciones cuarentenarias preventivas para evitar su dispersión y mantener áreas libres del patógeno. Este hongo es una de las principales plagas en los aspectos económico y fitosanitario del banano, lo cual podría restringir la exportación del producto hacia otros países, repercutiendo negativamente en la económica nacional. Es importante mencionar que la fruta no representa riesgo para la salud humana ni riesgo para la trasmisión del hongo. Por lo tanto, no existen restricciones o limitaciones a las exportaciones actuales.

c. Nematodos

El complejo de nematodos en el cultivo del banano es una de las principales limitantes para la producción de esta fruta puesto que afectan directamente las raíces funcionales, limitándoles su potencial para la absorción de agua y de nutrientes, y también predisponen la planta al volcamiento. El principal nemátodo que afecta al cultivo es *Radopholus similis,* una especie exótica para el continente americano; su agresividad, gran capacidad reproductiva y migratoria, así como su naturaleza endofítica, lo caracterizan como un organismo con mucho potencial para generar daño (Varón, 1991).

d. Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*)

También conocido como barrenador del rizoma del banano, es la plaga más común e importante de este cultivo (ICA, 2012) ya que reduce el número de plantas, prolonga el tiempo de cosecha y disminuye el peso de los racimos (Castrillón 2010) al obstruir el paso de agua y nutrientes por las galerías que forman las larvas. Las heridas causadas por el insecto se convierten en puntos de entrada a otros problemas fitosanitarios, como el *Fusarium oxysporum f. sp cubense* y la bacteria Ralstonia solanacearum (causante del moko), además del gusano tornillo (Castellanos, 1999).

El picudo es de hábitos gregarios y permanece principalmente alrededor de las plantas (en las calcetas y bajo tierra), también en los residuos de rizomas, pseudotallos y hojas (ICA, 2012); su propagación se realiza por medio de los rizomas infectados, por lo cual las mejores medidas para su control son el empleo de semilla de buena calidad y el adecuado manejo de residuos de cosecha (ICA, 2012; Castellanos, 1999; Castrillón, 2010).

1.2. Contexto mundial

1.2.1. Producción mundial de banano

Entre 2010 y 2018, el área cosechada de banano en el mundo creció a un promedio anual de 0,74 % al pasar de 5.768.990 a 6.111.899 ha, es decir, solo 342.909 ha en ocho años. La producción global creció 7,43 % al pasar de 118.512.511 a 127.315.800 t mientras que los rendimientos tuvieron un leve ascenso al pasar de 20,5 a alrededor de 20,8 t/ha. Sin embargo, se resalta el pico presentado en 2014 con 21,8 t/ha (Tabla 1).

Tabla 1. Panorama de la producción mundial de banano

Año	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
2010	5.768.990	118.512.511	20,5
2011	5.887.745	120.114.443	20,4
2012	5.723.829	121.195.413	21,1
2013	5.737.579	124.618.262	21,7
2014	5.728.209	124.901.127	21,8
2015	5.858.643	126.110.444	21,5
2016	5.736.297	123.825.543	21,5
2017	5.958.461	125.885.153	21,1
2018	6.111.899	127.315.800	20.8

Fuente: FAO (2020).

A nivel mundial, en el año 2014 la producción de plátano y banano se distribuyó así: el 41 % correspondió a plátano y banano para cocción y el 59 % a banano para postre. El banano "Cavendish" tuvo el 46 % de la producción total mundial (Tabla 2).

Tabla 2. Producción mundial de banano y plátano por regiones

Zona geográfica	2014				
	Plátano y banano para cocción (toneladas)		Banano para postre (toneladas)		Total
	Plátano grupo AAB	Banano de altitud, grupo ABB, otros	Cavendish	Gros Michel y otros	
Norteamérica	-	1.000	6.525	100	7.625
Suramérica	5.607.796	388.856	13.049.085	3.410.650	22.456.387
Centroamérica	808.338	62.455	7.390.999	71.500	8.333.292
Caribe	767.852	665.957	1.096.248	168.887	2.698.944
África oriental y central	9.468.669	1.247.796	2.401.702	498.442	13.616.609
África occidental	966.418	15.785.050	3.519.093	893.683	21.164.244
África del norte y Medio Oriente	33	9.067	2.226.494	71.882	2.307.476
Asia	2.113.680	16.406.438	31.098.370	11.460.263	61.078.751
Oceanía	1.162	530.706	796.437	276.486	1.604.791
Europa	2	17	423.900	27	423.946
Total mundial	19.733.950	35.097.342	62.008.853	16.851.920	133.692.065

Fuente: FAO (2019).

Al comparar la relación entre la producción y la comercialización de banano "Cavendish" en 2014, se encontró que de 62 millones de toneladas producidas, el 34 % llegó al mercado internacional.

De acuerdo con datos de Faostat (2020), los países asiáticos lideran la producción mundial de banano. En el 2010, India, China y Filipinas concentraron el 49 % de la producción. En el 2018, la participación de estos países bajó a 48 %, siendo aún muy significativa.

Detrás del liderazgo de la producción asiática se encuentra Latinoamérica. En 2010 y 2018 cuatro países estuvieron entre los diez primeros productores. En 2010, Ecuador (7 %), Brasil (6 %), Guatemala (2 %) y Colombia (2 %); en 2018 Brasil (5 %), Ecuador (5 %), Guatemala (3 %) y Colombia (3 %). Para el 2018 Brasil y Ecuador disminuyeron su producción, mientras que Guatemala y Colombia la aumentaron, generando un incremento de 1,5 millones de toneladas producidas, llevándolos del puesto 8 al 7 y del 10 al 8, respectivamente. Otro dato importante del período 2010-2018 es el crecimiento de la producción colombiana (85,0 %), que pasó de 2 a 3,7 millones de toneladas (tabla 3).

Tabla 3. Principales países productores de banano entre 2010-2018, en toneladas, y su participación en la producción mundial

2010				2018			
Posición	País	Producción	Participación mundial	Posición	País	Producción	Participación mundial
1	India	29.780.000	25,1 %	1	India	30.808.000	24,2 %
2	China	19.408.895	16,3 %	2	China	22.799.638	17,9%
3	Filipinas	9.101.341	7,6 %	3	Indonesia	7.264.383	5,7 %
4	Ecuador	7.931.060	6,7 %	4	Brasil	6.752.171	5,3 %
5	Brasil	6.969.306	5,8 %	5	Ecuador	6.505.635	5,1 %
6	Indonesia	5.755.073	4,8 %	6	Filipinas	6.144.374	4,8 %
7	Tanzania	3.155.710	2,6 %	7	Guatemala	4.026.547	3,1 %
8	Guatemala	2.560.574	2,1 %	8	Colombia	3.707.152	2,9 %
9	Angola	2.047.955	1,7 %	9	Angola	3.492.184	2,7 %
10	Colombia	2.019.625	1,7 %	10	Tanzania	3.469.091	2,7 %
Otros países		29.782.972	25,1 %	Otros países		32.346.625	25,4 %
Total general		118.512.511	100 %	Total general		127.315.800	100 %

Fuente: FAO (2019).

Según la FAO (2019), en 2014 las regiones que lideraron la producción de "Cavendish" fueron Asia (50 %), Suramérica (21 %) y Centroamérica (12 %). Sin embargo, cerca del 63 % del comercio global provino de Suramérica, Centroamérica y el Caribe. El protagonismo de la producción latinoamericana se ratifica en 2018, año en el que el 80 % del comercio global de "Cavendish" tuvo como origen a Latinoamérica y el Caribe (FAO, 2019).

Uno de los riesgos actuales que enfrenta la producción en el mundo es la expansión de la marchitez del banano, causada por la raza R4T, que además de carecer de control fitosanitario impone fuertes restricciones comerciales al cultivo para su comercialización internacional. En Filipinas y Mozambique ya se presentaron efectos en la producción (FAO, 2017), así como en Indonesia, Australia y Jordania (Freshplaza, 2019).

1.2.2. Consumo mundial de banano

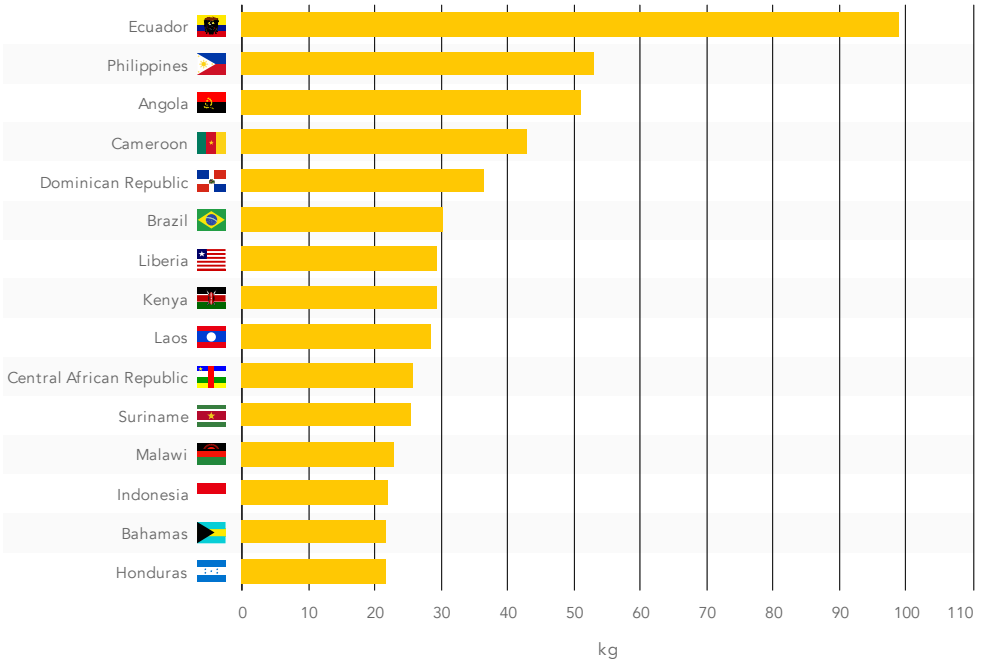
Según la FAO, basándose en las cifras relativas a 2017, la industria mundial de exportación de bananos genera alrededor de USD 12.000 millones al año. Sin embargo, es importante señalar que sólo un 15 % de la producción mundial se comercializa en el mercado interna-

cional; el resto se consume localmente, sobre todo en los grandes países productores, como India, China y Brasil, y en algunos países africanos donde hace parte en gran medida de la dieta de las personas. En muchas regiones productoras, el consumo per cápita de todos los tipos de banano supera los 100 kg/año. Los datos disponibles también indican que los bananos representan hasta el 25 % del aporte diario de calorías en las zonas rurales de los países productores.

Los principales países consumidores de banano son India, EE.UU., China, Brasil y los países de la Unión Europea. El consumo en los países asiáticos no es alto; sin embargo, tiene un gran peso el tamaño de sus poblaciones; este es el fundamento de la extensión de estos mercados, que no se destacan por niveles elevados de consumo per cápita.

A diferencia de los países asiáticos, los africanos y latinoamericanos tienen consumo per cápita más altos, aunque, salvo Brasil, representan mercados de menor extensión. En efecto, los países que se destacan por un alto consumo per cápita distan del dato reportado por Ecuador, que es el país que más consume banano, 98 kg/año. Entre ellos se encuentran Filipinas, Angola y Brasil (54, 52 y 31 kg/año, respectivamente) (figura 3).

Figura 3. Consumo per cápita de banano (kg/año) en 2013



Fuente: HelgiLibrary (s. f.), con datos de Faostat 2019.

Entre 2003 y 2013 el consumo mundial per cápita de banano creció 24,7 % al pasar de 9,5 a 11,9 kg/año. A mediano plazo, entre 2017 y 2025 se espera que el consumo aumente 2 % anual, de manera que se llegue a 136 millones de toneladas al final del período (IndexBox, 2018).

1.2.3. Exportaciones de banano

El banano es la fruta tropical que más se comercializa en el mundo; según la FAO (2019), se estima que las exportaciones mundiales han alcanzado un nuevo récord, registrado en 2018, 25,1 millones de toneladas. Según los datos relativos a los nueve primeros meses de ese año, el aumento se debió principalmente al fuerte crecimiento de los suministros en Ecuador y Filipinas, los dos principales exportadores. Las condiciones meteorológicas adversas atribuidas al Fenómeno El Niño afectaron los envíos de varios proveedores clave, sobre todo de Costa Rica y República Dominicana, y en menor medida también de Colombia.

Este gran volumen transado en el mercado internacional es el resultado de un crecimiento acumulado de varios años, con gran protagonismo de las empresas de Latinoamérica y el Caribe. Entre 2016 y 2018 la región produjo 30 millones de t/año, de las cuales exportó 13 millones; si se tiene en cuenta el total exportado en el mundo, el 80 % proviene de Latinoamérica y el Caribe, con USD 5,6 mil millones por año (OECD/FAO, 2019).

En 2018 las exportaciones de banano superaron el crecimiento promedio de los últimos cuatro años. Entre 2014 y 2018 aumentaron a una tasa promedio anual de 2,5 %, y en 2018 se incrementaron en 3,4 % cerca de 1,0 % por encima del promedio de los últimos años (tabla 4).

Tabla 4. Principales países exportadores de banano 2014-2018

Países	2014 (t)	2015 (t)	2016 (t)	2017 (t)	2018 (t)
Ecuador	5.997.281	6.287.605	6.176.269	6.587.037	6.779.858
Filipinas	3.982.044	1.409.931	1.521.657	2.919.577	3.388.693
Guatemala	2.246.590	2.333.894	2.478.434	2.595.490	2.595.490
Costa Rica	2.173.028	1.978.185	2.370.238	2.529.679	2.488.769
Colombia	1.799.666	1.684.148	1.960.539	2.002.602	1.854.551
Bélgica	1.318.975	1.150.981	1.144.132	1.305.905	1.174.234
Países Bajos	253.034	315.024	463.692	584.880	655.903
Honduras	635.956	689.731	659.643	649.111	634.517
EE.UU.	578.015	586.569	592.358	614.286	605.527
México	407.387	440.703	462.367	576.645	569.875
Total	19.391.976	16.876.771	17.829.329	20.365.212	20.747.417

Fuente: Trademap, (2019)

Ecuador es el principal exportador de banano; en 2014 vendió 5,9 millones de t, el equivalente al 30 % de las exportaciones totales, y 6,7 millones en el 2018. Una de las razones del aumento del mercado ecuatoriano se encuentra en el comportamiento atípico del total de las exportaciones en 2015 ya que Filipinas presentó una disminución a menos de la mitad de los volúmenes exportados, que según datos de FAO y Trademap, desde 2012 era el mayor exportador después de Ecuador. En efecto, entre 2014 y 2018 la porción del mercado filipino pasó de 17,0 a 9,0 % y en 2015 cayó cerca de 10,0 %, se ubicó en 7 % del total de las exportaciones.

En 2018, el banano filipino recuperó algunos puntos porcentuales de su porción de mercado al llegar a 13 % gracias a una tasa de crecimiento de exportación de 16,1 %. Su recuperación se debió a grandes inversiones en la expansión del área cultivada, el uso de nuevas tecnologías y el mejoramiento de los insumos (FAO, 2019).

Las exportaciones ecuatorianas se beneficiaron por la disminución temporal de las exportaciones filipinas y por la demanda de Japón y China (FAO, 2017). No obstante, a la reducción de la porción de mercado, en 2018 se mantuvo la dinámica comercial gracias a las reducciones arancelarias programadas en virtud de los acuerdos comerciales con la Unión Europea. Los nuevos aranceles facilitaron la entrada del banano ecuatoriano al mercado de la Unión Europea a una tasa reducida de € 96/t durante todo el 2018 (FAO, 2019).

El aumento de los ingresos y algunos cambios en las preferencias de los consumidores mundiales muestran oportunidades de mercado importantes. Dado lo anterior, el mejoramiento de las redes de transporte y la tecnología de frío podrán jugar un papel en la disputa por mayores porciones de mercado y mejores márgenes de beneficio, dada la capacidad instalada existente para una mayor expansión comercial.

1.2.4. Importaciones mundiales de banano

Entre 2014 y 2018 las importaciones de banano crecieron 2,8 % promedio anual, llegaron a un máximo histórico de 23,4 millones de toneladas; sin embargo, la tasa de crecimiento de las importaciones comprendida entre 2017 y 2018 fue de 2,6 %, 0,2 % por debajo del promedio quinquenal. Esta desaceleración se explica en parte por un exceso de oferta en el mercado, que se mantuvo incluso en 2019 y que ha llevado al mantenimiento de precios relativamente bajos, USD 6,6 por caja (Freshplaza, 2019b) (tabla 5).

Tabla 5. Principales países importadores de banano (2014-2018), en toneladas y tasas de crecimiento

País	2014 (t)	2015 (t)	TC * 2014/2015	2016 (t)	TC * 2015/2016	2017 (t)	TC * 2016/2017	2018 (t)	TC * 2017/2018	Promedio anual
EE.UU.	4.892.421	4.959.823	1,4 %	4.951.573	-0,2 %	5.196.146	4,9 %	5.167.885	-0,5 %	1,4 %
Rusia	1.274.644	1.226.511	-3,8 %	1.355.992	10,6 %	1.544.059	13,9 %	1.556.679	0,8 %	5,4 %
China	1.127.168	1.073.859	-4,7 %	887.192	-17,4 %	1.039.142	17,1 %	1.544.609	48,6 %	10,9 %
Bélgica	1.375.230	1.271.431	-7,5 %	1.315.420	3,5 %	1.442.311	9,6 %	1.356.827	-5,9 %	-0,1 %
Alemania	1.397.745	1.400.334	0,2 %	1.380.502	-1,4 %	1.420.006	2,9 %	1.262.981	-11,1 %	-2,4 %
Reino Unido	1.150.793	1.153.194	0,2 %	1.212.115	5,1 %	1.231.590	1,6 %	1.137.349	-7,7 %	-0,2 %
Japón	946.946	959.927	1,4 %	957.057	-0,3 %	986.148	3,0 %	1.003.370	1,7 %	1,5 %
Países Bajos	335.337	456.868	36,2 %	658.563	44,1 %	732.662	11,3 %	866.317	18,2 %	27,5 %
Italia	709.308	696.593	-1,8 %	730.412	4,9 %	774.876	6,1 %	800.351	3,3 %	3,1 %
Francia	616.276	599.892	-2,7 %	572.857	-4,5 %	690.616	20,6 %	751.516	8,8 %	5,6 %
Total	13.825.868	13.798.432	-0,2 %	14.021.683	1,6 %	15.057.556	7,4 %	15.447.884	2,6 %	2,8 %

* Tasa de crecimiento

Fuente: Trademap (2019).

Los principales importadores de banano son EE.UU., Rusia, China y los países de la Unión Europea, entre los cuales se destacan Bélgica (6,5 %), Alemania (6,7 %), Reino Unido (5,5 %), Países Bajos (1,6 %), Italia (3,4 %) y Francia (2,9 %). En 2014 estos países hicieron el 26,6 % de las importaciones. Esto no cambió mucho en cuatro años, pues en 2018 fueron casi las mismas, 26,8 %. Dado el tamaño de la población, el nivel de ingresos de estos países y la situación favorable de los precios, el consumo per cápita de banano en la Unión Europea se está acercando cada vez más a 13 kg (Freshplaza, 2019b).

Para el período 2014-2018, Estados Unidos se ha mantenido como el principal importador mundial de banano: 4.892.421 toneladas en el 2014 y 5.167.885 en el 2018, una leve disminución (0,5 %) con respecto al 2017. En el 2014, los países asiáticos que más compraron banano fueron Rusia, China y Japón, importaron el 15,9 % del total; cuatro años después sus adquisiciones disminuyeron 0,7 %, llegaron a 15,2 %.

1.3. Contexto nacional

El sistema de producción de banano es tecnificado, se caracteriza por un alto nivel de integración de los eslabones de producción y comercialización el cual combina exitosamente estrategias dirigidas al bienestar de trabajadores y empresarios, obteniendo destacados resultados de productividad y competitividad.

La producción de banano se encuentra en zonas planas cercanas a los puertos marítimos, con la infraestructura y la oferta de servicios necesarias para facilitar el comercio y conservar las propiedades del producto, de acuerdo con los estándares que exigen los mercados internacionales.

1.3.1 Importancia económica

La producción de banano "Cavendish" tipo exportación es una actividad que genera divisas, empleo formal y posibilidades para mejorar los niveles de calidad de vida en las zonas productoras. La agroindustria del banano es la tercera en importancia entre las actividades agrícolas colombianas orientadas al mercado internacional, detrás del café y las flores.

En 2018, 50.685 ha de cultivo de banano "Cavendish" permitieron generar ingresos por USD 869 millones, es decir, cerca del 4 % del PIB agrícola de ese año, y generaron empleos directos e indirectos a entre 110.000 y 120.000 personas en los departamentos de Antioquia, Magdalena y La Guajira.

1.3.2. Área, producción y rendimiento

La tabla 6 muestra la evolución del área, la producción y el rendimiento de banano en Colombia entre 2016 y 2019. En 2016 se registraron 47.272 ha sembradas, con una producción de 93,3 millones de cajas de 20 kg y rendimiento promedio de 1974 cajas/ha/año. En 2017 la producción creció 5 % y en 2018 se llegó a un nivel histórico de 101,3 millones de cajas; en 2019 disminuyó en un 1%, llegando a 100,43 millones de cajas (tabla 6).

Tabla 6. Evolución del área, producción y rendimiento de banano por zonas en Colombia (2016-2019)

Zona	Área (ha)				Producción (millones de cajas)				Rendimiento (cajas/ha/año)			
	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019	2016	2017	2018	2019
Urabá	34.054	34.789	35.123	35.083	66,30	65,16	66,77	65,64	1947	1873	1901	1871
Magdalena y La Guajira	13.218	14.518	15.562	16.144	27,00	32,87	34,69	34,79	2043	2264	2229	2155
Total nacional	47.272	49.307	50.685	51.227	93,30	98,03	101,46	100,43	1974	1996	2002	1960

Fuente: Augura (2020).

Por otro lado, es importante señalar que en el 2017 el crecimiento del 17,7 % en Magdalena y La Guajira amortiguó la disminución de 1% del volumen producido en Urabá. En 2018, la zona de Urabá recuperó su ritmo de producción con una tasa de 1,7 % y Magdalena y La Guajira mantuvieron una dinámica positiva creciendo al 5,2 %. En el 2019 la producción de Urabá disminuyó en un 1,7 % y la de Magdalena y La Guajira en un 0.3 %.

En estos cuatro años, Urabá pasó de producir el 71,0 % del total nacional al 65,0 %, mientras que Magdalena y La Guajira pusieron en evidencia su potencial con un aumento de su participación de 29,0 a 35.0 %. Entre 2016 y 2019 el rendimiento promedio en Magdalena y La Guajira fue de 2173 cajas/ha, mientras que en Urabá fue de 1898, inferior al promedio nacional, 1983.

1.3.3. Exportaciones nacionales de banano

Según Augura (2020), en el 2019 los países miembros de la Unión Europea participaron con el 64 % de las exportaciones, 64 millones de cajas.

En el año 2019 se exportaron 100,4 millones de cajas; los países a los que se les exportaron los mayores volúmenes fueron Bélgica con 22,7 millones (22,7 % de las cajas exportadas), seguido de Reino Unido (17,7 millones, 17,7 %) y en tercer lugar Italia (13,6 millones, 13,6 %) (tabla 7).

Tabla 7. Destinos de las exportaciones colombianas de banano "Cavendish" durante el 2019, en cajas de 20 kg

País	Volumen de cajas	Participación	País	Volumen de cajas	Participación	País	Volumen de cajas	Participación
Bélgica	22.759.803	22,7 %	China	1.358.365	1,3 %	Curazao	148.644	0,1 %
Reino Unido	17.736.504	17,7 %	Rusia	1.312.458	1,3 %	Marruecos	106.261	0,1 %
Italia	13.650.060	13,6 %	Turquía	965.375	1,0 %	Albania	65.316	0,1 %
EE.UU.	12.398.219	12,3 %	Suiza	849.885	0,8 %	Corea	63.305	0,1 %

País	Volumen de cajas	Participación	País	Volumen de cajas	Participación	País	Volumen de cajas	Participación
Alemania	8.249.708	8,2 %	Grecia	644.280	0,6 %	Irlanda	57.280	0,1 %
Países Bajos	5.654.405	5,6 %	Finlandia	244.662	0,2 %	Montenegro	47.061	0,0 %
Polonia	3.491.977	3,5 %	Croacia	205.984	0,2 %	Malta	32.655	0,0 %
Eslovenia	3.161.556	3,1 %	Japón	182.716	0,2 %	Lituania	19.489	0,0 %
España	3.088.518	3,1 %	Argelia	168.433	0,2 %	Bielorrusia	10.692	0,0 %
Portugal	2.067.960	2,1 %	Suecia	154.866	0,1 %	Arabia	1.080	0,0 %
Ucrania	1.386.096	1,4 %	Argentina	153.360	0,1 %	Hong Kong	1.064	0,0 %

Fuente: Augura (2020).

Entre 2014 y 2019 las exportaciones de banano crecieron 4,4 % promedio anual al pasar de 82,3 a 100,4 millones de cajas. Bélgica, Reino Unido, Italia, Estados Unidos y Alemania fueron los principales destinos en términos de volumen. En el 2019 el 74,5 % del total exportado tuvo como destino estos cinco países, cuatro de los cuales pertenecen a la Unión Europea, lo que permite concluir que, como bloque comercial, fue el principal comprador del producto colombiano (tabla 8).

Tabla 8. Principales destinos de las exportaciones colombianas de banano "Cavendish" (2014-2019), en cajas de 20 kg

País	Año					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Bélgica	22.346.635	37.058.154	35.016.994	36.142.975	29.195.448	22.759.803
Reino Unido	17.954.904	13.071.100	14.697.732	15.387.094	17.097.936	17.736.504
EE.UU.	20.260.580	16.697.892	14.389.052	13.575.078	16.618.007	12.398.219
Italia	8.657.580	13.935.659	12.209.205	11.852.218	11.379.179	13.650.060
Alemania	6.928.385	6.364.952	3.116.798	5.461.664	9.520.502	8.249.708

Fuente: Augura (2020).

Bélgica fue el principal comprador; en 2014 su participación fue de 27,2 %; en 2015 alcanzó un pico de 39,0 %; en 2016 y 2017 tuvo en promedio 37,0 %; en 2018 sus adquisiciones se acercaron a la de 2014 al reducirse a 28,8 %; y en el 2019 disminuyó aún más al llegar a 22,6 %. Durante este período compró en promedio el 31,9 % del total.

Entre 2014 y 2019, el Reino Unido fue el segundo destino, con un promedio de 18 %, es decir, una de cada cinco cajas; mientras que Estados Unidos representó el tercer lugar con un promedio del 13 %.

Durante este mismo período, el valor de estas exportaciones disminuyó 26,8 % al pasar de USD 736,3 millones a 538,9 millones FOB. El ritmo de crecimiento anual fue de 4,4 %, lo que indica que en el período se produjo más valor gracias al incremento del volumen de cajas exportado, al pasar de 82,3 a 100,4 millones. Sin embargo, el valor por caja disminuyó en el período analizado (tabla 9).

Tabla 9. Exportaciones de banano colombiano (2014-2019), en millones de cajas de 20 kg

Exportaciones	Millones de cajas de 20 kg					
	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Volumen (millones de cajas)	82,3	94,1	93,4	98,4	101,4	100,4
Valor USD (millones FOB)	738,3	836,6	811,6	850	868,7	538,9

Fuente: Augura (2020).

1.3.4. Caracterización de los sistemas de producción

El sistema de producción de banano corresponde a un monocultivo intensivo, con un nivel de tecnificación dirigido al cumplimiento de los estándares internacionales. El sistema de producción promueve el uso de semilla de buena calidad, preparación sostenible de suelos y fertilización balanceada, con el apoyo de los resultados de análisis de suelos y el uso eficiente de plaguicidas (Finagro, 2018).

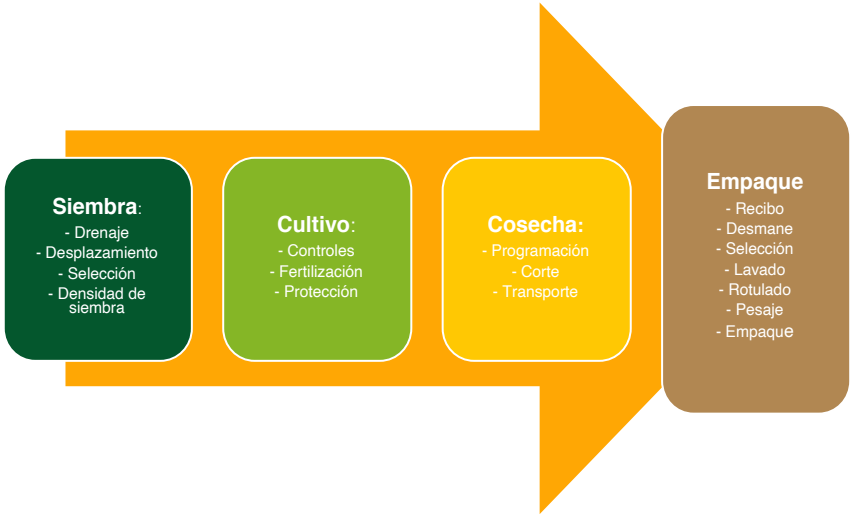
La organización de los sistemas de producción varía en las zonas productoras. En Urabá, la producción de banano se realiza en 350 fincas o plantaciones comerciales de mediana y gran escala, con un área promedio de 80 ha. Los trabajadores temporales o permanentes son en la mayoría hombres que viven en la región y se dedican a tareas agrícolas o de empaque. Los principales productores son en realidad empresas con fincas grandes, como Bananeras de Urabá o como el grupo Banafrut, que está verticalmente integrado, produce, procesa y exporta banano y tiene fincas certificadas y no certificadas en la zona. Hay también empresas de pequeña y mediana escala con una o más fincas. Los trabajadores se encuentran sindicalizados en Sintrainagro (Ostertag *et al.*, 2014).

En el departamento del Magdalena, la producción se realiza en 1000 fincas grandes y pequeñas. Las grandes están orientadas al mercado, tienen áreas de entre 50 y 100 ha. Las pequeñas combinan la producción de subsistencia y la producción para el mercado, tienen áreas de entre 0,5 y 8 ha, con promedio de 3,2 ha. Los pequeños productores trabajan en sus fincas y también contratan trabajadores, la mayoría hombres, en modalidad temporal. Las cooperativas de pequeños productores que financian la prima de *Fairtrade* (comercio justo) poseen cerca del 7,5 % de la tierra del Magdalena en la que se cultiva banano y sólo el 2 % de la producción de Urabá y Magdalena (Ostertag *et al.*, 2014).

Uno de los aspectos más importantes por resaltar en el desarrollo del sector bananero es la alta formalidad de los empleos que genera, diferenciándose notablemente de otras actividades del sector agropecuario. Este sector productivo ofrece condiciones de formalidad, estabilidad y garantías de derechos, destacándose en la generalidad de la economía colombiana, sobre todo si se observa el número y la fortaleza de las organizaciones sindicales que trabajan en la defensa de los derechos de los trabajadores, donde se estima que se genera un empleo directo por cada hectárea sembrada (Agronegocios, 2020).

El proceso productivo del banano "Cavendish" se divide en varias etapas, iniciando por la siembra, cultivo, cosecha y finalizando con el empaque para su comercialización, como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Proceso productivo para el banano de exportación



Fuente: Gómez (2011).

Siembra: El objetivo de esta etapa es preparar el suelo con los niveles físicos, químicos y biológicos óptimos para garantizar el desarrollo del cultivo con las especificaciones definidas. Se debe eliminar la vegetación, aplanar las irregularidades del suelo, trazar canales de drenaje e instalar cablevías, seleccionar la variedad de banano y sembrar las plántulas seleccionadas.

Cultivo: Corresponde a las labores de mantenimiento de la plantación para garantizar que la calidad de la cosecha sea eficiente. Se deben llevar a cabo los controles de hierbas, insectos y microorganismos nocivos, densidad de las plantas productivas, fertilización oportuna y constante, así como la protección mediante el embolse y apuntalado de los racimos.

Cosecha: Se debe generar la programación de la cosecha para lograr el máximo aprovechamiento de la fruta y garantizar la calidad para cumplir las especificaciones de los mercados internacionales. Durante esta etapa debe realizarse la estimación de la producción semanal, la medición del grado de corte y el corte del racimo. El racimo cortado en transportado a la planta empacadora.

Poscosecha: Es la etapa final del proceso productivo. El racimo es recibido, pesado y se verifica la longitud y grosor de la fruta. Los gajos son separados y puestos en piscinas para su lavado y tratamiento de impurezas; cada mano es rotulada con etiquetas adhesivas de la empresa comercializadora. El empaque consiste en acomodar las manos en las cajas de cartón de forma que la fruta no sufra maltrato en el proceso de transporte. Posteriormente, el banano considerado de exportación se moviliza en camiones a los puertos marítimos para ser exportado, mientras que el de calidad nacional se lleva a los mercados locales.

1.3.5. Importancia ambiental

El cultivo de banano genera algunos efectos en el suelo, el agua, el aire, la flora, la fauna y el paisaje (Mejía y Gómez, 2012). Las propiedades fisicoquímicas de los suelos pueden verse alteradas por el manejo y uso de agroinsumos (fertilizantes, plásticos y agroquímicos), los sistemas de drenaje y riego.

El riesgo de contaminación del agua proviene del manejo de los agroquímicos y del tratamiento o no de los residuos sólidos y de cloro generados en el lavado de la fruta. La ausencia de un adecuado manejo del agua en el lavado puede conducir eventualmente a la disminución del oxígeno en esta. Los efectos sobre el aire de la actividad bananera se presentan i) en el montaje de la infraestructura, al generar ruido con la maquinaria y al liberar partículas sólidas; ii) en el proceso de transporte, con la quema de combustible; y iii) en la aplicación de fertilizantes y la fumigación aérea o terrestre mediante la liberación de gases contaminantes (Mejía y Gómez, 2012).

Debido a las exigencias de calidad del banano tipo exportación, los productores tienen incentivos fuertes para disminuir el uso de plaguicidas, que manejados en dosis inadecuadas pueden llegar a impactar el ambiente, la flora, la fauna y la salud humana durante su exposición a ellos o cuando se consumen alimentos con residuos de aplicaciones (Mejía y Gómez, 2012).

Frente a la necesidad de contar con mejores herramientas para el manejo de estos riesgos, sumados a los riesgos fitosanitarios, Cenibanano le ha apostado al desarrollo de productos biológicos que disminuyan los riesgos a niveles mucho más manejables (Augura y Cenibanano, 2018).

1.3.6. Dinámica del mercado

La agroindustria bananera colombiana se caracteriza por tener economías de escala y un alto nivel de concentración en el eslabón de comercialización. Adicionalmente, la producción y la comercialización de banano se encuentran fuertemente interrelacionadas debido a que el mercado global obliga a cumplir con estándares internacionales (Lombana, 2011).

Los grandes productores están directamente conectados con comercializadoras internacionales gracias a que cuentan con la infraestructura y la tecnología necesarias para desarrollar sus propios negocios. Por otra parte, algunas empresas se hacen cargo de todos los eslabones de la cadena productiva, desde la producción de la fruta, su empaque, refrigeración, transporte y comercialización internacional, con lo cual re-

ducen considerablemente los costos de producción y logran una mejor planificación del negocio.

Con la puesta en marcha del Plan Vallejo en 1999, los empresarios bananeros han podido contar con la importación, libre de impuestos aduaneros, de bienes como insumos agrícolas y otros de la producción de banano, lo que ha contribuido al fortalecimiento del sector.

Los pequeños productores, por su parte, tienden a asociarse, con lo cual ganan poder de negociación para la compra de insumos y la venta de su propia producción. En ocasiones, se ven obligados a darles exclusividad a las comercializadoras.

La forma en que se relacionan los productores y las comercializadoras puede variar, dependiendo de si estas usan sus propias tierras para producir o si las alquilan a los productores. Una buena parte de los productores se asocia para hacer contratos con las comercializadoras a cambio de un mejor precio y asistencia técnica. Sin embargo, dependiendo de la coyuntura de precios, los productores pueden vender sin necesidad de un contrato *spot* (Lombana, 2011).

Finagro afirma que el banano de exportación es un cultivo especializado, con sistemas de producción de alto nivel tecnológico, con vocación exportadora. Cuenta con un alto nivel de integración entre productores y comercializadoras, tanto nacionales como internacionales. En Colombia se cuenta con compañías comercializadoras, como C. I. Unibán, C. I. Banacol, C. I. Técbaco, S. A., C. I. Banasán, S. A., entre otras. De acuerdo con Augura, en el año 2017 la comercializadora que presentó mayores exportaciones fue Unibán, con 36,9 millones de cajas y una participación del 37,74 %, seguida por Banacol con 13,6 millones de cajas (13,9 %), en el tercer renglón se ubicó Técbaco con 13 millones de cajas (13,35 %).

El proceso productivo –que incluye la preparación de suelos, procesos de drenaje, el uso de abonos y materia orgánica, fertilización y mano de obra en el desarrollo del cultivo– debe responder a las prácticas establecidas en la certificación GlobalG.A.P., que es la más representativa en el sector. Los productores certificados asumen el compromiso de cumplir con estándares de calidad, de manejo ambiental y buenas prácticas agrícolas.

El banano fresco se clasifica de acuerdo con las características físicas demandadas por los consumidores de la Unión Europea y EE.UU., que son los principales mercados. Las certificaciones Global GAP también incluyen exigencias ambientales y tecnológicas en la poscosecha, en particular en los procesos de desinfección, sellado, etiquetado y empacado. Esto también facilita la trazabilidad del producto.

Los pequeños productores certificados también pueden tener acceso a incentivos como la prima de comercio justo, *Fairtrade*. La forma en que lo hacen es mediante la conformación de cooperativas, las cuales, junto con las comercializadoras, ayudan a los pequeños productores a cumplir con los estándares que requieren las certificaciones. En este momento en los municipios de Zona Bananera y Ciénaga se encuentran siete de ellas, todas cuentan con la certificación Fairtrade: Coomulbanano, Coobamag, Emprebancoop, Banafrucoop, Asobanarcoop, Coobafrío, Coodebán y Asocoomag.

1.3.7. Principales zonas de producción de banano de exportación en Colombia

En Colombia, la mayor parte de la producción de banano "Cavendish" se destina a la exportación. Solo una parte pequeña tiene como destino el mercado nacional; generalmente, la constituye la fruta que no cumple con los requisitos para exportación, pero que sigue siendo apta para el consumo interno.

Las principales zonas productoras de banano "Cavendish" en Colombia, en su orden, son Urabá antioqueño, Magdalena y La Guajira. Urabá concentra el 70 % del área sembrada, con una producción de 101,3 millones de cajas de 20 kg y rendimientos del orden de 34,5 t/ha. Los municipios de Carepa, Turbo y Apartadó representan el 35 % del área total nacional dedicada al cultivo de banano (tabla 10). Por su parte, Magdalena y La Guajira, con el 30 % del área sembrada, suministran cerca del 30 % de la producción nacional.

Los municipios de Riohacha y Dibulla, en La Guajira, se destacan por sus altos rendimientos (38,6 t/ha), que se encuentran muy por encima del promedio nacional, mas no por su oferta en volumen de producción. De otro lado, Zona Bananera es el municipio de Magdalena que más se destaca, con un área sembrada similar a la de los municipios de Urabá (tabla 10).

Tabla 10. Área sembrada, producción y rendimiento de banano por municipio y zona en 2018

Zona	Municipio	Área sembrada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Urabá	Carepa	10.560	361.742	34,3
	Turbo	10.547	359.795	34,1
	Apartadó	10.000	350.000	35,0
	Chigorodó	3603	125.234	34,8
Total Urabá		34.710	1.196.771	34,5
La Guajira	Riohacha	2167	82.631	38,1
	Dibulla	890	34.909	39,2
Total La Guajira		3057	117.540	38,6
Magdalena	Zona Bananera	9534	273.856	28,7
	El Retén	1520	51.680	34,0
	Ciénaga	1189	38.048	32,0
	Santa Marta	887	27.497	31,0
	Fundación	225	7875	35,0
	Aracataca	210	7140	34,0
Total Magdalena		13.565	406.096	32,4

Fuente: Minagricultura (2018).

Las unidades productivas de Urabá son principalmente de tamaño mediano o grande y la producción está integrada verticalmente. Chigorodó, Carepa, Apartadó y Turbo generan 24.000 empleos directos y 72.000 indirectos, incluyendo servicios de apoyo y logística comercial. A esto hay que añadir 3000 empleos que se generan en fábricas de cajas, plástico, empaques y la prestación de servicios de fumigación y otros bienes y servicios agroindustriales. En el departamento de Magdalena, los municipios de Zona Bananera, Ciénaga, El Retén, Fundación y Aracataca generan 8000 empleos directos y 22.000 indirectos (Ostertag, 2014). En esta región la producción se concentra en unidades pequeñas que coexisten con unidades grandes.

1.4. Marco político

La política pública, en lo relacionado con el cultivo de banano, ha tenido algunos desarrollos que se concretan en los instrumentos de política, entre los cuales están los mencionados en la siguiente tabla.

Tabla 11. Marco de políticas y lineamientos relacionados con el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Marco de política	Lineamientos relacionados
Conpes 2683 de 1993	Medidas complementarias para los créditos de emergencia a la industria bananera.
Resolución 1860 de 1999, Plan Vallejo	Por medio de la cual se establecen las disposiciones de los sistemas especiales de importación-exportación –Plan Vallejo–, con el que se permite el ingreso de materias primas, insumos y bienes de capital, libres de derechos aduaneros, a cambio de exportaciones equivalentes.
Convenio de Competitividad Exportadora de 2000	La cadena de banano cuenta con un convenio de competitividad exportadora (Observatorio Agrocadenas, 2005).
Resolución 1964 de 2001	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1860 de 1999 del Instituto Colombiano de Comercio Exterior y se adoptan otras disposiciones.

Marco de política	Lineamientos relacionados
Acuerdo de competitividad de 2001	Acuerdo de competitividad en la zona de Santa Marta (Observatorio Agrocadenas, 2005).
Convenio de Producción más Limpia de 2005	Convenio de Producción más Limpia (Observatorio Agrocadenas, 2005).
Resolución 1649 de 2016	Establece disposiciones relativas a los Sistemas Especiales de Importación y Exportación –Plan Vallejo– a fin de potenciar los instrumentos de facilitación del comercio a través de la modernización de sus esquemas de aplicación y control.

1.5. Marco normativo

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

En Colombia, la política de cadenas productivas agrícolas aborda prioritariamente aspectos técnicos y ambientales, pero no ha dado el mismo énfasis a las características sociales, culturales y políticas, las cuales son determinantes de las relaciones entre las dinámicas poblacionales y el territorio. La tabla 12 muestra el normograma para el sector bananero, que se identifica pertinente para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000.

Tabla 12. Normograma para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Decreto 1840 Minagricultura de 1994	Reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993, mediante la definición del ámbito de aplicación, obligaciones, sanciones y demás acciones del ICA en lo referente al desarrollo de políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuarias del país.
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
Ley 811 de 2003	Crea las organizaciones de cadenas en los sectores agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las sociedades agrarias de transformación (SAT) y se dictan disposiciones para mejorar la competitividad de las cadenas estableciendo los acuerdos de competitividad entre los eslabones de la cadena.
Ley 1607 de 2012	Expide normas en materia tributaria y se dictan otras disposiciones. A través de esta se modifica el artículo 424 del Estatuto Tributario, referente a los bienes que no causan impuesto sobre las ventas (IVA); se encuentran allí fertilizantes, maquinaria y partes de maquinaria para preparación, trabajo del suelo o uso agrícola según la nomenclatura arancelaria andina vigente (40.01).
LINEAMIENTOS PARA INCENTIVOS Y LÍNEAS DE CRÉDITOS	
Ley 21 de 1985	Por la cual se establecen líneas de crédito para comercialización con cargo al Fondo Financiero Agropecuario (Finagro), se crea el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG), el Comité Administrador del Fondo Financiero Agropecuario y se dictan otras disposiciones.
Ley 69 de 1993	Establece el seguro agropecuario en Colombia como instrumento para incentivar y proteger la producción de alimentos, buscar el mejoramiento económico del sector rural, promoviendo el ordenamiento económico del sector agropecuario y como estrategia para coadyuvar al desarrollo global del país.
Ley 101 de 1993	Ley general de desarrollo agropecuario y pesquero que promulga elevar la eficiencia y la competitividad de los productos agrícolas, pecuarios y pesqueros mediante la creación de condiciones especiales y crear las bases de un sistema de incentivos a la capitalización rural (ICR) y a la protección de los recursos naturales.
Decreto 626 de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y se dictan algunas disposiciones sobre el incentivo a la capitalización rural, específicamente el artículo 28.
Resolución Comisión Nacional de Crédito Agropecuario N.º 05 de 2011	Reglamenta la línea especial de crédito (LEC), instrumento orientado a mejorar las condiciones de financiamiento de proyectos agrícolas asociados con la siembra y mantenimiento de cultivos comerciales de ciclo corto, especialmente aquellos de la canasta básica, de alimentos sensibles a las importaciones o de interés exportador.
Resolución Minagricultura 130 de 2014	Incentivo al seguro agropecuario: herramienta de protección ante riesgos climáticos a la cual puede acceder cualquier productor que cumpla con lo establecido en la resolución mencionada.
Resolución Minagricultura 051 de 2020	Por la cual se establece la cobertura y los cultivos que se enmarcan en el Plan de Gestión de Riesgos Agropecuarios para la vigencia 2020, y se dictan otras disposiciones.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
GENERALES	
Resolución Minsalud 14712 de 1984	Reglamenta lo relacionado con producción, procesamiento, transporte, almacenamiento y comercialización de vegetales, como frutas y hortalizas elaboradas.
Resolución Minsalud 7992 de 1991	Reglamenta parcialmente el título V de la Ley 09 de 1979 en lo relacionado con la elaboración, conservación, manipulación, almacenamiento, importación o exportación de alimentos.
Resolución ICA 431 de 1996	Establece requisitos fitosanitarios de aplicación al comercio de productos agrícolas según Norma Andina.
Resolución Minsalud 599 de 1998	Adopta el formulario único para solicitud, modificación y renovación del registro sanitario para los productos alimenticios y se establece la nomenclatura para la expedición del registro sanitario de los alimentos de fabricación nacional y de los importados.
Resolución Minambiente1442 de 2008	Establece el procedimiento para la expedición del dictamen técnico-ambiental al que alude la Norma Andina para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola, Decisión 436, de la Comisión de la Comunidad Andina, y se toman otras determinaciones.
Resolución Minagricultura 398 de 2011	Establece el procedimiento para el reconocimiento de empresas especializadas conforme a lo establecido en la Ley 9.ª de 1983, modificada por la Ley 75 de 1986 y compiladas en el artículo 157 del Decreto 624 de 1989.
Resolución Minagricultura 113 de 2014	Modifica el inciso 1 del artículo 5.º de la Resolución 398 de 2011, referente al procedimiento para obtener el reconocimiento como empresa especializada.
REGLAMENTACIÓN ICA EN SEMILLAS	
Resolución ICA 1226 de 1976	Confiere al ICA la función de controlar la calidad de los insumos agrícolas y en especial la producción y comercialización de semillas de conformidad con los decretos 2420 y 3120 de 1968 y 133 de 1976.
Resolución ICA 1880 de 1992	Establece los requisitos para el control de la calidad de las semillas que se produzcan, importen, exporten o distribuyan para siembra en el país y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 3034 de 1999	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas en el país y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 2046 de 2003	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas para siembra en el país, su control y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 0148 de 2005	Expide normas para la producción, importación, exportación, distribución y comercialización de semillas para siembra en el país, su control y se dictan otras disposiciones.
Resolución ICA 3168 de 2015	Reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones
Resolución ICA 3888 de 2015	Adiciona un artículo transitorio y modifica la Resolución ICA 3168 de 2015.
REGULACIÓN EN INSUMOS AGRÍCOLAS	
Decisión 436 de 1998 de la CAN	Establece registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola y su Resolución 630 de 2002, Manual Técnico Andino, para el registro y control de plaguicidas químicos de uso agrícola de acuerdo con Norma Andina.
Resolución ICA 3759 de 2003	Dicta disposiciones sobre el registro y control de plaguicidas.
Resolución 2906 Minsocial de 2007	Establece los límites máximos de residuos de plaguicidas (LMR) en alimentos para consumo humano y en piensos o forrajes.
Resolución ICA 4754 de 2011	Establece los requisitos para la ampliación de uso de bioinsumos y plaguicidas de uso agrícola en cultivos menores y se dictan otras disposiciones.
REGLAMENTACIÓN RELACIONADA CON EL ESTATUS FITOSANITARIO	
Resolución ICA 2158 de 1983	Por la cual se adoptan medidas de carácter fitosanitario para el control de la sigatoka negra.
Resolución ICA 2398 de 2011	Por medio de la cual se prohíbe el ingreso al país de cualquier material de plátano, banano y musáceas ornamentales provenientes de los países que tengan reporte de la presencia del hongo Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza tropical 4 (Foc RT-4).
Resolución ICA 3330 de 2013	Por medio de la cual se establecen medidas fitosanitarias tendientes a prevenir la diseminación en el territorio nacional de la enfermedad conocida como moko del plátano y banano, ocasionada por la bacteria Ralstonia solanacearum.
Resolución 11912 de 2019	Por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en el territorio nacional por la presencia de la enfermedad conocida como marchitez de las musáceas por Foc R4T.
Resolución ICA 17334 de 2019	Por medio de la cual se establece el plan de bioseguridad y vigilancia fitosanitaria para la marchitez por Fusarium en predios de producción de plátano y banano registrados ante el ICA para la exportación en fresco.

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
REGLAMENTACIÓN ICA SOBRE EXPORTACIONES	
Resolución ICA 3761 de 2014	Autoriza terminales marítimos, aeropuertos, puertos fluviales y pasos terrestres de frontera como puntos de ingreso, salida y tránsito autorizado para el comercio internacional de plantas, animales, sus productos y artículos reglamentados.
Resolución ICA 448 de 2016	Establece los requisitos para el registro ante el ICA de los predios de producción de vegetales para exportación en fresco, el registro de los exportadores y el registro de las plantas empacadoras de vegetales para la exportación en fresco.

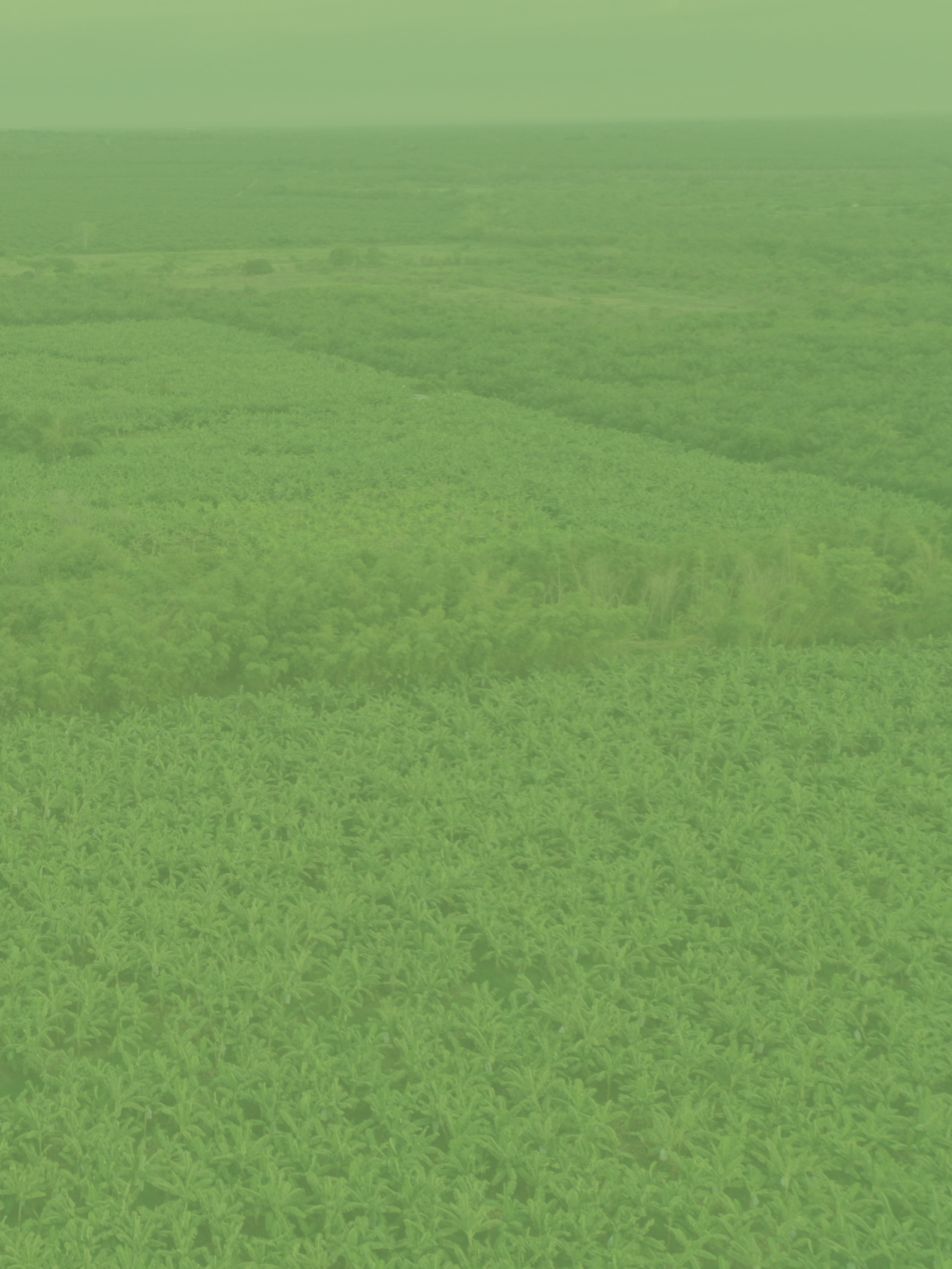
1.6. Alcances y limitaciones

El mapa de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación, a escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA fortaleciendo el desarrollo de políticas para el sector bananero desde su planificación hasta su ordenamiento territorial.

- La zonificación de aptitud considera todo el territorio continental colombiano dentro de la frontera agrícola, es un instrumento de carácter indicativo, teniendo en cuenta su escala de tipo general. Por lo tanto, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción, y no reemplaza la elaboración de proyectos de inversión puntuales, los cuales requieren análisis e información más detallados donde se evalúen a nivel local los requerimientos específicos de acuerdo con el tipo de especies, variedades o híbridos y las condiciones de competitividad relacionadas con la ubicación del proyecto, los objetivos específicos de la producción, los productos por obtener, el mercado y el flujo de caja del proyecto.
- En consecuencia, la zonificación de aptitud se desarrolla bajo las siguientes premisas:
- La zonificación prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de cultivos de banano tipo exportación, por lo cual se identifican los territorios con mejores condiciones en cada criterio de análisis.
- Las áreas con restricción legal son catalogadas como excluyentes y predominan bajo esta clasificación, independientemente de la aptitud identificada en los diferentes criterios.
- Las áreas donde se aplique normatividad de tipo ambiental, social y cultural que condicione el uso a otros procesos o instrumentos vigentes, tales como los territorios colectivos, deben ser analizadas de forma diferencial a fin de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.
- El cultivo de banano de exportación no pondrá en riesgo áreas naturales o con potencial como ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, subpáramos, páramos, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos), por lo cual prima para estas el criterio de exclusión.
- La inclusión de nuevos criterios o variables dentro del proceso de zonificación está sujeta a la disponibilidad de información oficial; en este sentido, algunas variables que pueden ser relevantes no se contemplan en la metodología hasta que la información sea entregada de manera oficial por la entidad encargada de su recolección, custodia y desarrollo.
- Finalmente, el mapa de zonificación de aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación a escala 1:100.000 en Colombia toma como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales, la cual contiene, en algunos casos, niveles de generalización que pueden afectar la precisión en la delimitación de algunas unidades. Igualmente, la información disponible no está en su totalidad con corte a un determinado período, lo cual plantea la necesidad de actualizar la zonificación por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático que garantice la trazabilidad y mejoramiento de esta.



2. Marco conceptual



2. Marco conceptual

La gestión sostenible del ambiente, la sociedad y la economía se ha convertido en tema central para el diseño de las políticas y las decisiones de planificación sectorial en la mayor parte del mundo (Rodiek, 2008). Para una planificación efectiva del uso del suelo con fines productivos, los gobiernos y las entidades encargadas de la planificación agrícola requieren información sobre la capacidad de la tierra para apoyar diversos usos de esta (Harms et al., 2015) ya que este sector es uno de los más importantes para el bienestar humano debido a que aumenta los ingresos y la condición social de los agricultores, sujeto a la distribución y calidad de los recursos disponibles en determinado lugar.

En este contexto, es necesario aplicar y mejorar las técnicas de evaluación de tierras; por ello, el modelo conceptual de la zonificación de aptitud adoptado por la UPRA parte de un enfoque multidisciplinario que toma en consideración para su aplicación los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras con tres enfoques fundamentales, productividad, sostenibilidad y competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, asociados a las características particulares de un tipo de utilización de tierras.

Adicionalmente, la zonificación integra un proceso analítico jerárquico como técnica de análisis multicriterio, el cual permite generar las alternativas de decisión más adecuadas de uso del suelo, donde se incluye la participación de diversos actores dentro del proceso de planificación, quienes asignan pesos a cada uno de los criterios. De esta forma, la zonificación apoya la planeación del uso del suelo necesaria para el diseño de estrategias y prioridades en materia de un desarrollo rural sostenible.

La evaluación de tierras es un proceso que permite identificar y valorar usos específicos que se adaptan a condiciones específicas de las tierras evaluadas (FAO, 2007), cuya finalidad es proponer sistemas de uso apropiados, sostenibles a largo plazo. Aun cuando el marco de la FAO presenta limitaciones por centrarse básicamente en el aspecto físico, ha sido el procedimiento más utilizado en todo el mundo para hacer frente al ordenamiento territorial local, regional y nacional. Las adaptaciones que han surgido en los últimos años ofrecen una alternativa de aplicación frente a nuevos retos agroambientales.

La FAO propone un conjunto de cualidades y características para ser empleadas en el proceso de evaluación de tierras (en este desarrollo metodológico, denominados criterios y variables, respectivamente), cuyo número es flexible y está determinado por los objetivos de aplicación, la escala de trabajo y los datos disponibles (FAO, 2007). Dentro de la zonificación, el proceso de evaluación de tierras se aborda de manera multidisciplinaria, brindando los elementos para el análisis de criterios relacionados con las dimensiones físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas de la cadena productiva por evaluar, sobre una base sostenible (figura 5).

Figura 5. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2014).

El enfoque socioecosistémico reconoce los vínculos existentes entre los ecosistemas y el bienestar humano, donde cambios de uso del suelo están determinados por decisiones en el sistema social, que afectan directamente el estado de los ecosistemas y por tanto los diferentes niveles de organización biológica; es decir, cualquier toma de decisiones relativa a la gestión de los servicios de los ecosistemas afecta la estructura y fun-

cionamiento tanto de los ecosistemas como de los sistemas sociales (Martín-López *et al.,* 2009). Este enfoque dentro de la zonificación aporta de manera transversal los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales), de una forma equitativa, incluyendo la sociedad, la economía y la cultura.

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

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

En relación con la zonificación, la competitividad se expresa en la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo del cultivo, y con ello permite mejorar permanentemente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes, en particular de los empresarios y familias dedicadas al negocio. Es decir, la competitividad implica que un cultivo exige requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollarse.

A continuación se sintetizan algunos de los principios que Rossiter (2009) plantea y que se deben contemplar en una evaluación de tierras, que representan el enfoque dado en la zonificación de aptitud de las cadenas productivas (Tabla 13).

Tabla 13. Principios de la evaluación de tierras

Principios
Considera para la zonificación de una cadena productiva un enfoque multidisciplinario y sectorial.
Utiliza un enfoque paralelo, donde cada criterio se aborda de manera conjunta y se obtiene directamente una clasificación para cada uno.
Reconoce las múltiples funciones de la tierra no solo para la producción de alimentos, sino también para la conservación del medioambiente.
Reconoce una variedad de criterios asociados al uso de la tierra que integra características físicas, climáticas, fitosanitarias, ecosistémicas, institucionales, de transporte, mano de obra y población, entre otros.
Fomenta la participación de los interesados en los procesos de zonificación de aptitud de tierras.
La sostenibilidad se define ampliamente para incluir la productividad, la equidad social y los aspectos medioambientales.
Se valora la tierra, dentro del contexto ambiental, como un factor que provee bienes y servicios a la población.

Fuente: Rossiter (2009).



3. Marco metodológico



3. Marco metodológico

La zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000, se basa en los principios y fundamentos del *Esquema de evaluación de tierras* (FAO, 1976), las directrices y guías de la *Evaluación de tierras para agricultura* (FAO, 1985) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el *Framework for Land Evaluation* (FAO, 2007).

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

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

La evaluación multicriterio es un método que se ha diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere evaluar varios criterios, considerando un criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. Los criterios pueden ser de dos tipos: factores o restricciones. Un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración; una restricción es un criterio que limita dichas alternativas (Eastman *et al.*, 1998).

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

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

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

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

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

En la figura 6 se muestra el tipo de criterios que se abordaron en el desarrollo de la zonificación y la manera cómo interactúan entre sí.

Figura 6. Tipos de criterios empleados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

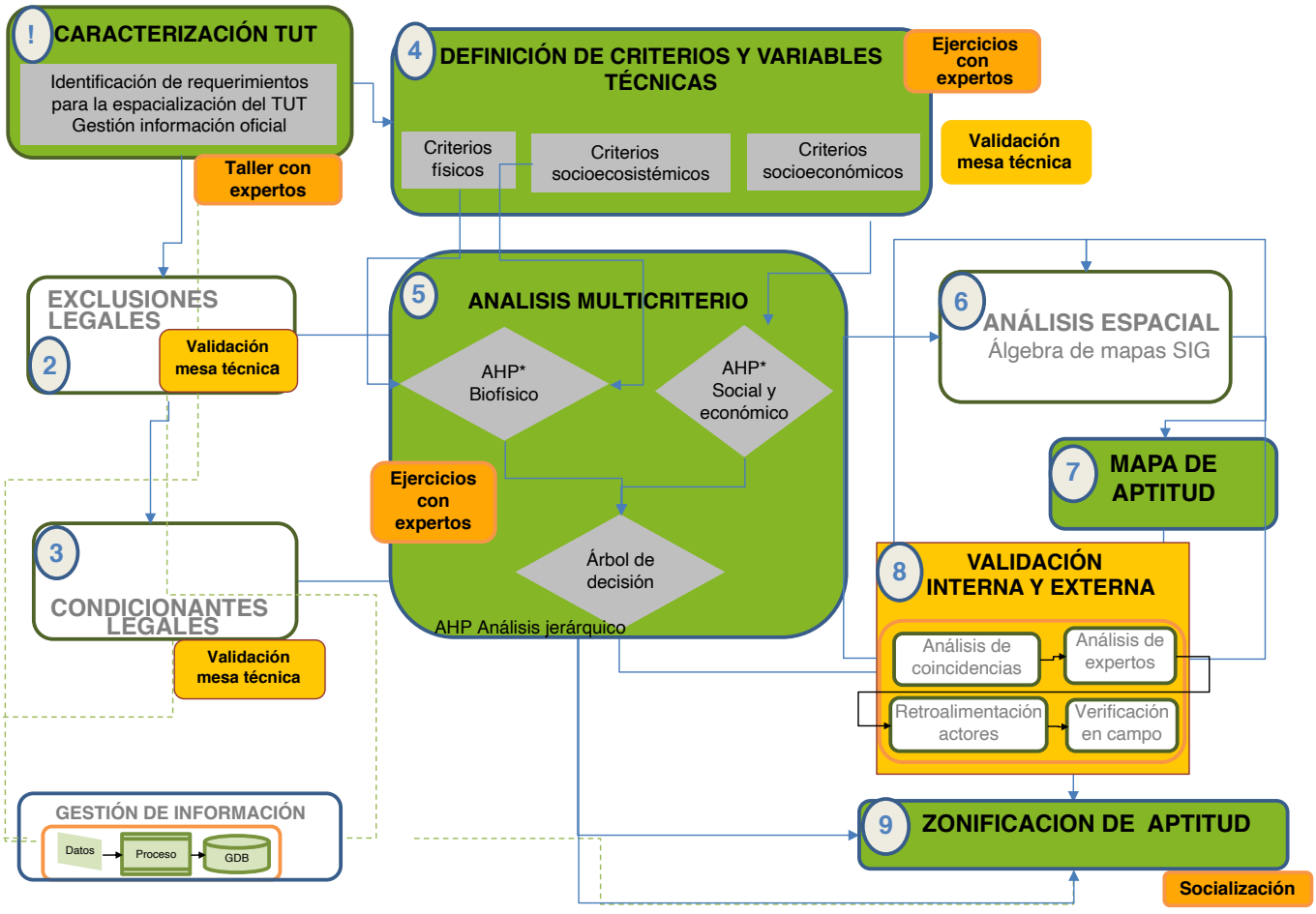


Fuente: UPRA (2014).



A continuación se presenta cada uno de los pasos que conforman el esquema metodológico de la zonificación (figura 7).

Figura 7. Esquema metodológico de la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2019).

Durante todo el proceso se contó con el acompañamiento y se tuvieron discusiones con el sector y los expertos, quienes aportaron en la definición de los criterios y variables y su importancia dentro de la zonificación.

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

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

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

4. Definición y selección de criterios y variables técnicas: De acuerdo con el TUT planteado, se selecciona una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, listado concertado con expertos. Un

criterio es "el conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural".

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

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

7) Mapa de aptitud: Resultado de la aplicación de la metodología propuesta, se presentan las zonas aptas y no aptas para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación y los resultados de índole nacional, departamental y municipal.

8) Validación de resultados: Se socializan y validan los resultados de las zonas aptas y no aptas para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación a nivel nacional, departamental y municipal.

9) Resultados: Se obtiene la representación cartográfica de las zonas aptas y no aptas para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación con sus respectivas estadísticas de carácter nacional, departamental y municipal.

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

El TUT es un conjunto de especificaciones técnicas de manejo y producción dentro de un marco social, económico, ambiental y cultural específico (tipo de cultivo, objetivos de producción, tipo de manejo, intensidad de mecanización y capital, infraestructura requerida, tamaño y tenencia de la tierra, entre otras) (FAO, 2003).

Incluye las características del sistema de producción, los contextos socioeconómico y ecológico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo tecnificado de banano desde un punto de vista de evaluación de tierras, es decir, que pueden ser expresados como requisitos o requerimientos de uso de la tierra con valores cualificables o cuantificables en el país o que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra.

El TUT, evaluado en el presente documento, corresponde al «Cultivo tecnificado de banano (*Musa* AAA) cultivar "Cavendish" para la exportación».

Para el presente documento, el término tecnificado se refiere a una explotación comercial que supone la planeación de las diferentes actividades; el uso de semilla de alta calidad; mecanización de labores como la preparación del suelo; uso de enmiendas y fertilización balanceada; manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses; diseño y construcción de canales de drenaje. Todo esto con el propósito de obtener altos rendimientos exigidos por la industria.

3.1.1. Descripción de la cadena

En el país se producen y comercializan dos tipos de banano: de exportación y criollo o de consumo interno. En relación con el de exportación "Cavendish", la agroindustria bananera se ha desarrollado en la región de Urabá, Magdalena y La Guajira como una cadena agroexportadora, generando importantes divisas para el país, manteniendo su posición como exportadora neta después del café y las flores.

En la cadena productiva del banano de exportación se destacan cuatro eslabones básicos: los agricultores o productores primarios, los comercializadores, los industriales y los exportadores. Asimismo, alrededor de la actividad productiva o comercial desempeñada por cada uno de estos eslabones existen diversas actividades económicas conexas, que se sustentan en

la prestación de servicios de apoyo o en el suministro de materiales e insumos necesarios para el desarrollo de las actividades de la cadena productiva, tales como provisión de insumos, prestación de servicios por empresas y suministro de servicios de apoyo tecnológico y comercial por actores de la institucionalidad estatal, entre otros.

En cuanto a los procesos que sigue el circuito de la cadena productiva, el eslabón primario se origina en las fincas productoras, en las cuales se obtiene el producto en fresco, el cual después del manejo de poscosecha, inspección, selección y clasificación es llevado al mercado nacional o al internacional para ser consumido en fresco o para ser utilizado en la agroindustria como materia prima para la fabricación de bananos deshidratados, pasabocas *(snacks),* harinas y alimentos concentrados para animales. Estos productos industriales son distribuidos de acuerdo con sus características en los mercados nacionales e internacionales por distribuidores mayoristas y minoristas hasta llegar al consumidor final.-

Los productores de banano de exportación de Urabá y Magdalena están organizados en diferentes asociaciones, entre las que destacan la Asociación de Bananeros de Colombia (Augura) y la Asociación de Bananeros del Magdalena y La Guajira (Asbama).

En la comercialización participan compañías nacionales y multinacionales que cuentan con una gran proyección en el mercado (Lombana, 2011). Las comercializadoras que en la actualidad concentran la actividad en el mercado son C. I. Unibán, S. A.; Banafrut; C. I. Banacol, S. A.; C. I. Tropical, S. A. S.; C. I. Tecbaco S. A.; C. I. Banasán, S. A. S.; C. I. Bana Rica, S. A.; C. I. Fullfruits, S. A.; C. I. La Samaria, S. A.; Bacota; C. I. Coindex, S. A. y C. I. Conserba, S. A. S. En 2018, Unibán, Banacol y Tecbaco concentraron el 66,4 % de las exportaciones colombianas de banano (Augura, 2018).

Además, el sector bananero cuenta con sus propias fundaciones sociales que velan por el bienestar de sus trabajares y de la zona productora en general, entre las que se destaca Fundaunibán.

3.2. Criterios de análisis jerárquico

El criterio es un atributo de las cualidades de la tierra que actúa independientemente sobre la aptitud para un tipo específico de uso (FAO, 1976). También se puede definir como el conjunto de propiedades de la unidad de tierra que responde integralmente a un requerimiento de un tipo de utilización. Los criterios de análisis jerárquicos se entienden como factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación, los cuales pueden ser de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico. 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.

3.2.1. Criterios físicos

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

El componente físico es importante ya que, a través del análisis de sus elementos en un espacio territorial, se puede determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción. De acuerdo con los requerimientos agronómicos para el cultivo de banano, se han precisado algunas cualidades de la tierra desde este componente, que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: climático, edáfico y fitosanitario (figura 8).

Figura 8. Criterios y variables del componente físico



Fuente: UPRA (2020).

Subcomponente climático: Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático –definidas como variables– que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976; UPRA, 2013). Para la zonificación de aptitud, según los estudios agroclimáticos realizados en el cultivo tecnificado de banano para la exportación, se precisaron los elementos climáticos que tienen mayor incidencia en las fases de desarrollo del cultivo, tales como la temperatura media anual, el balance de humedad (IDHc), los meses secos consecutivos, el brillo solar y la velocidad del viento (Tabla 14).

Tabla 14. Variables del subcomponente climático

Criterio (definición)		Variables (definición)
Condiciones climáticas	Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático –definidas como variables– que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976; UPRA, 2013).	Temperatura: Medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende principalmente de la latitud y la altitud y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2005).
		Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc): Indicador de la medida de déficit y excesos hídrico en función de la relación del desarrollo de los cultivos.
		Meses secos consecutivos: Cantidad de meses consecutivos que son considerados secos cuando el valor de humedad, producto de la relación entre la precipitación y la evapotranspiración mensual del cultivo, es inferior al agotamiento de la planta.
		Brillo solar: La cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2014).
		Velocidad del viento: Movimiento natural del aire, causado por las diferencias de presión que se desarrollan por el calentamiento radiactivo diferencial de la superficie terrestre (Ideam, 2017).

Subcomponente edáfico: El suelo tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos ya que la supervivencia de las especies vegetales depende en gran medida de las características de este. El cultivo de banano requiere condiciones óptimas para su siembra, establecimiento, crecimiento, desarrollo y cosecha; las principales cualidades están referidas a disponibilidad de nutrientes, capacidad de laboreo, condiciones de enraizamiento, entre otros (tabla 15).

Tabla 15. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio	Definición	Descripción de variables
Disponibilidad de nutrientes	Cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas cuando otros factores de crecimiento tales como la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961; FAO, 1976; FAO, 1991).	**Acidez (pH):** Concentración de H^+ y OH^- en la solución del suelo, que define su grado de acidez o alcalinidad, expresada como un valor de pH (Soil Science Society of America, 2018).
		Saturación de bases: Relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía según si la capacidad de intercambio catiónico incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez determinada a pH 7 u 8. A menudo, se expresa como un porcentaje (Soil Science Society of America, 2018).
		Carbono orgánico: Elemento principal que conforma la materia orgánica del suelo, encontrándose en forma de residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos hasta cadenas carbonadas muy transformadas y estables, como los ácidos húmicos y fúlvicos.
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC): Medida de cantidad de cargas negativas presentes en las superficies de los coloides minerales y orgánicos del suelo, la cual permite adsorber nutrientes.
Capacidad de laboreo	Condiciones del terreno que limitan la posibilidad de preparación o adecuación para el establecimiento, mantenimiento y cosecha del cultivo de banano (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizada) (FAO, 1987).	**Pendiente:** Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).
		Textura: Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «*tierra fina*» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990). Se relaciona con la resistencia que ejerce el suelo para su laboreo.
		Pedregosidad: Cantidad de fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (van Wambeke y Forbes, 1987).
Condiciones de enraizamiento	Conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo de las raíces de las plantas, en forma vertical como horizontal (FAO, 1991; FAO, 1976).	**Profundidad efectiva:** Espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar, sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables. También se define como la profundidad del perfil del suelo que es favorable para desarrollo de las raíces (USDA, 1961).
		Textura: Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «*tierra fina*» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990). Se relaciona con la resistencia que ejerce el suelo para la penetración de las raíces.
		Pedregosidad: Cantidad de fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo con su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (van Wambeke y Forbes, 1987).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Presencia de elementos en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicos a las plantas, restringiendo el crecimiento y la producción, además de efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos (FAO, 1991; FAO, 1976).	**Salinidad o sodicidad:** Contenido alto de sales solubles o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE). El sodio (Na) se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). La salinidad y la sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida.
		Saturación de aluminio: Relación química del suelo entre el aluminio y las bases intercambiables. La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al^{+++}), que es soluble en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas: Inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K).
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo, en condiciones naturales. Se relaciona con el contenido y movimiento del agua en el suelo (FAO, 1991; FAO, 1976).	**Régimen de humedad:** Se refiere a la presencia o ausencia ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por períodos de un año (USDA y NRCS, 2014).
		Textura: Proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la «*tierra fina*» del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990). Se relaciona con la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO_2 hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior.	**Susceptibilidad a inundaciones:** Condición por la cual un área del suelo se cubre temporalmente de agua causada por el desborde de las corrientes de agua (IGAC, 2010).
		Drenaje natural: Rapidez y grado de remoción de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (USDA, 1961). El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre la pendiente, 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).
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado originando una disminución de la productividad (FAO, 1976; FAO, 1991).	**Fases por grado de erosión:** Desgaste actual de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de los materiales de roca a través de la acción del agua en movimiento, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961). **Degradación de suelos por erosión:** Pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015). **Pendiente:** Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018). **Amenaza por movimientos en masa:** Peligro latente de movimientos en masa de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (SGC, 2016).

Subcomponente fitosanitario: Se identificó el problema fitosanitario más recurrente en las zonas productoras de banano con destino de exportación, la sigatoka negra. El criterio asociado se denomina susceptibilidad fitosanitaria, el cual se explica por las condiciones climáticas que afectan el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) y que se encuentran contenidas en la tabla 16.

Tabla 16. Variables del subcomponente fitosanitario

Criterio	Definición	Descripción de las variables
Susceptibilidad fitosanitaria	Susceptibilidad generada por condiciones ambientales que propician la aparición de plagas o enfermedades en el cultivo, que para el caso del cultivo del banano se estudia la enfermedad sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis) por su importancia económica, además de su etiología claramente estudiada.	Temperatura asociada a sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis): Medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2005), que para este caso tiene efecto sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación.
		Precipitación asociada a sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis): Caída de partículas de agua líquida o sólida que se originan en una nube, atraviesan la atmósfera y llegan al suelo. La cantidad de precipitación es el volumen de agua lluvia que pasa a través de una superficie en un tiempo determinado (Ideam, 2019), que para este caso tiene efecto sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación.
		Humedad relativa asociada a sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis): Relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura dada (Ideam, 2019), que para este caso tiene efecto sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación.

3.2.2. Criterios socioecosistémicos

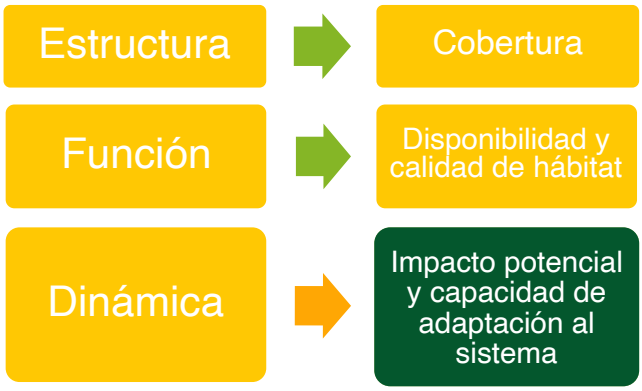
El enfoque socioecosistémico considera la biodiversidad, los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura, como componentes centrales de los ecosistemas, modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza. De esta manera, el objeto último del enfoque socioecosistémico –como un enfoque donde las estrategias de gestión deben considerar la dinámica tanto en las diferentes escalas de la organización biológica como en las relaciones e interacciones entre los sistemas ecológicos y sociales– es el uso sostenible de los bienes y servicios de los ecosistemas y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano (Martín-López *et al.*, 2009 y Minambiente, 2012, citados por UPRA, 2014).

Este enfoque, dentro de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano de exportación, adquiere una importancia trascendental puesto que genera, de manera transversal a los demás componentes de análisis, los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales) de una forma equitativa, incluyendo la sociedad, la economía y la cultura, sin sesgar el desarrollo de nuevas actividades por una conservación a ultranza o por puntos de vista totalmente desarrollistas, utilitaristas.

A partir de los conceptos teóricos generales de aptitud de la tierra, la cual se entiende como la adaptabilidad de un territorio para una actividad dada, para el proyecto de zonificación se establece desde el componente socioecosistémico que esté en estrecha relación con el potencial de uso para el fin comercial, sin que la actividad represente un generador de degradación frente a los intereses de protección y conservación de la biodiversidad.

Para la determinación de este potencial, en la escala de trabajo a nivel nacional (1:100.000) se identifican algunos atributos ecosistémicos y de paisaje cuya simplicidad y alto valor predictivo y de síntesis permiten obtener una interpretación desde una visión sistémica de la estructura, función y dinámica ecológica (figura 9).

Figura 9. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica



Fuente: UPRA (2014).

Estos atributos se evaluaron a partir de los siguientes criterios: cobertura de la tierra (estructura), integridad ecológica (función), huella ecológica y transformación (dinámica). Desde el componente socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el desarrollo del cultivo tecnificado de banano y permanencia de la actividad. De esta forma, las áreas con mayor aptitud para el cultivo de banano son aquellas donde la actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.

Dicho componente aporta a la zonificación una mirada desde la estructura, función y dinámica ecológica de las coberturas introducidas en paisajes culturales y en áreas con mosaicos de transformación de sus coberturas naturales. Al igual que los criterios físicos, ayuda a definir si un territorio tiene o no aptitud para el desarrollo del cultivo.

Desde el componente mencionado se aborda un grupo de criterios que delimitan áreas de aptitud (factores), otro grupo que condiciona o da ciertas alertas a la utilización de un área para el establecimiento y desarrollo del cultivo por aspectos legales, en este caso banano, y por último, un grupo que por aspectos normativos y legales excluye cualquier actividad asociada a esta cadena. Para este componente se identifican cuatro criterios y sus variables para su aplicación en la definición de la aptitud para el cultivo tecnificado de banano de exportación (figura 10 y tabla 17).

Figura 10. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Tabla 17. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Definición	Descripción de variables
Apropiación de agua	Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción de banano de exportación. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego) y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de esta para su aprovechamiento o por vía de evapotranspiración desde el cultivo.	Diferencia de uso consuntivo: Cantidad total de agua que necesita el cultivo de banano para realizar la evapotranspiración y la construcción celular, desde la siembra hasta la cosecha, en un régimen climático específico. Índice de uso del agua: Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca.
Integridad ecológica	Capacidad del ecosistema para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo. 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).	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN): Nivel de continuidad espacial en el paisaje, determinado a partir de la distancia entre fragmentos naturales y la resistencia de la matriz rural para el flujo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica: Porcentaje de área de cobertura natural por unidad biogeográfica dedicado al desarrollo de procesos ecológicos naturales esenciales y hábitats funcionales para la generación de servicios ecosistémicos, la sostenibilidad del territorio y para satisfacer la demanda sobre el capital natural. Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): Mide la densidad de especies sensibles en polígonos identificados como de especial importancia, definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), áreas de importancia para aves migratorias o áreas de importancia para la conservación de aves (AICA). Estas áreas constituyen sitios de refugio para elementos de la biodiversidad sensible, los cuales prestan servicios ecosistémicos como la dispersión de semillas y 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 y ciclos biogeoquímicos, entre otros.
Variación del contenido estimado de carbono	Balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación. Acorde con lo anterior, uno de los ejes de atención corresponde a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono.	Variación del contenido estimado de carbono: Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono. De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.
Cambio de cobertura	Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación, determinado en el marco de la sostenibilidad del territorio.	Cobertura de la tierra: Permite identificar áreas con vegetación natural sujetas a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer el cultivo tecnificado de banano de exportación bajo una visión integral del territorio. Asimismo, permite calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas de menor impacto socioecosistémico como producto del cambio para el establecimiento del cultivo.

3.2.3. Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio frente a otros productores domésticos e internacionales. Se define por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales; es decir, la productividad depende tanto del valor de los productos y servicios de un país –medido por los precios que se pagan por ellos en los mercados libres– como de la eficiencia con la que pueden producirse (Porter, 1980).

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

La sostenibilidad y crecimiento en los niveles de competitividad dependen del logro de un uso eficiente de los factores de producción, de la consolidación de altos niveles de innovación en los sistemas productivos, de la diversificación y ampliación de los mercados, así como de la articulación de los mercados regionales y la población rural para desarrollar su potencial productivo y elevar su calidad de vida.

En relación con la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano de exportación, la competitividad se expresa como la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promuevan el desarrollo sostenido del cultivo de banano de exportación; con esto, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y trabajadores.

Según la definición planteada, la competitividad del cultivo de banano de exportación implica un proceso que tiene en cuenta los requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción. Estos requerimientos y condiciones son los criterios o variables estructurales que conducen hacia la competitividad, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades bananeras. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso del cultivo tecnificado de banano de exportación.

Un mercado competitivo significa mejores vías terrestres, precios y condiciones favorables de la tierra, seguridad pública estable, mercado laboral disponible y con buena mano de obra calificada y no calificada, generación de riqueza y apalancamientos financieros. Todo lo anterior redundará en beneficio del productor de banano de exportación y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida. Al inversionista del cultivo tecnificado de banano para la exportación puede serle indiferente si invierte en un sitio con mejores o peores condiciones de vida; sin embargo, su inversión sí beneficiará a la comunidad local. En consecuencia, el impacto socioeconómico causado por los proyectos generados alrededor del cultivo de banano de exportación en Colombia interesa en especial a las agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social.

En la figura 11 y en la tabla 18 se muestran los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 11. Criterios y variables del componente socioeconómico



Tabla 18. Criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Definición	Descripción de variables
Infraestructura y logística	Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad y el desarrollo de las actividades de producción y comercialización de banano de exportación.	Existencia de cultivos: Predios georreferenciados con cultivos de banano en los departamentos de Antioquia, Magdalena y La Guajira.
		Distritos de riego y drenaje: Delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones o para el desarrollo de actividades agropecuarias (Ley 41 de 1993).
		Cercanía a centros de servicios: Facilidad con la que se pueden alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades del cultivo de banano de exportación. El centro de servicios se define como poblaciones con más de 30.000 habitantes. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.
		Cercanía a puertos marítimos: Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (en este caso un puerto marítimo y embarcadero) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las posibilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional (exportaciones e importaciones).
		Energía eléctrica: Representa a nivel municipal las condiciones en las que es prestado el servicio público de energía eléctrica. Este servicio consiste en la generación, comercialización, interconexión, transmisión y transporte desde redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.
Asociatividad e institucionalidad	Facilidad con la que se puede acceder desde otros puntos en el territorio a una comercializadora, cooperativas, institución gremial y a entidades que soportan la sanidad, la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.	Cercanía a comercializadoras y cooperativas: Facilidad con que se pueden alcanzar las comercializadoras y las cooperativas del sector bananero, desde cualquier punto en el territorio colombiano; estas entidades tienen por objeto social la comercialización y venta de productos colombianos al exterior, adquiridos en el mercado interno o fabricados por productores socios de las mismas (Procolombia, 2019).
		Cercanía al gremio: Facilidad con la que se pueden alcanzar desde otros puntos en el territorio las sedes de Augura y Asbama.
		Cercanía al ICA: Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio una sede del ICA, entidad oficial cuya función es elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional y aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias.
		Cercanía a Agrosavia: Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio un centro de Agrosavia, entidad cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.
Disponibilidad de mano de obra	Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra rural para la producción agrícola en un municipio teniendo en cuenta su nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica acordes con las necesidades de los productores de banano de exportación.	Densidad de la población rural en edad de trabajar/km2: Número de personas en edad de trabajar/km2 frente a las necesidades de mano de obra para el cultivo de banano.
		Oferta educativa técnica y tecnológica: Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel técnico o tecnológico oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción agrícola que facilitan la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.
		Oferta educativa universitaria: Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel universitario oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción agrícola (agronomía o ingeniería agronómica) que facilitan la formación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.

Criterio	Definición	Descripción de variables
Indicadores económicos	Muestra la importancia relativa del sector agrícola, la gestión y desempeño público municipal y la focalización de incentivos tributarios, crediticios y de coberturas de riesgo dados a las zonas más afectadas por el conflicto y a las que cuentan con áreas productivas de banano.	Créditos otorgados: Valor de los créditos otorgados a nivel municipal por las líneas especiales subsidiadas en tasa de interés por Finagro y respaldo colateral por el Fondo Agropecuario de Garantías (FAG). Promedio anual de 2013 a 2017.
		Seguros agrícolas: Mide las áreas cubiertas por el mecanismo que permite a los productores agropecuarios proteger las inversiones efectuadas en las etapas de establecimiento y desarrollo mediante una póliza que cubre los riesgos a los que están expuestos los cultivos o las actividades pecuarias ajenos al control del tomador y que están relacionados con riesgos naturales, como exceso o déficit de lluvias, vientos fuertes, inundaciones, heladas, granizadas, deslizamientos y avalanchas; o riesgos biológicos, como plagas o enfermedades.
		Desempeño municipal: Mide y compara el desempeño municipal de las entidades territoriales entendido como capacidad de gestión y resultados de desarrollo (el aumento de la calidad de vida de la población) teniendo en cuenta sus capacidades iniciales para incentivar una mejor gestión, calidad del gasto y la inversión orientada a resultados.
		Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac): Estímulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado, las cuales están constituidas por 344 municipios considerados como los más golpeados por la violencia.
		Valor agregado agrícola municipal: Aproximación al valor generado por actividades agrícolas en un municipio en función de su importancia relativa en el departamento.
Dinámica del mercado de tierras	Busca mostrar el impacto del tamaño, la formalidad y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un proxi de su tendencia y la presión del cambio de uso a otros distintos al agropecuario, en la actividad agrícola, a fin de focalizar las inversiones en este sector.	Tamaño predial: Superficie de terreno en rangos de tamaños definidos de acuerdo con las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva. Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural (IGAC, 2016).
		Avalúo catastral rural: Determinación por entidad pública competente del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidos (IGAC, 2011).
		Tendencia a la formalidad: Conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos como privados que proporciona seguridad jurídica a la propiedad, acorde con el principio constitucional del derecho a la propiedad privada.
Seguridad ciudadana	Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009). La seguridad ciudadana produce un efecto de confianza, entendida como ausencia de peligro y daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial y/o de la libertad y del patrimonio de un individuo y/o de un grupo poblacional, determinada por situaciones adversas originadas por las personas.	Extorsiones rurales: Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto jurídico o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial definido en el Código Penal como «El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero» (Ley 599 de 2000). Hurtos rurales: Apoderarse de una cosa mueble ajena con el propósito de obtener provecho para sí o para otro. Se considera hurto calificado si se comete con violencia sobre las cosas, poniendo a la víctima en condiciones de indefensión o inferioridad o aprovechándose de tales condiciones; mediante penetración o permanencia arbitraria, engañosa o clandestina en lugar habitado o en sus dependencias inmediatas, aunque allí no se encuentren sus moradores; con escalamiento; o con llave sustraída o falsa, ganzúa o cualquier otro instrumento similar; o violando o superando seguridades electrónicas u otras semejantes (artículos 239 y 240 Ley 599 de 2000). Homicidios rurales: La palabra homicidio deriva del vocablo latino homicidĭum, se refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término, por lo tanto, puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se puede definir como «Supresión por conducta del agente (agresor) de una vida humana (tipicidad), sin justificación jurídicamente atendible (antijuridicidad), en forma intencional o dolosa, o con culpa o preterintencional (culpabilidad)».(artículo 103, Ley 599 de 2000)
		Secuestros rurales: Detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).

Criterio	Definición	Descripción de variables
Condiciones de vida	Mide el grado de privación de los hogares en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación, su intensidad y profundidad. Este índice permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011). Se considera que el hogar es pobre multidimensional si tiene privaciones en al menos el 33 % de las diez variables.	Índice de pobreza multidimensional (IPM): El IPM rural está compuesto por cuatro dimensiones en las que se agrupan diez variables correspondientes a diversos tipos de privaciones del hogar. Los hogares que se tienen en cuenta son los que residen en el área rural dispersa.

3.3. Rangos de aptitud y exclusiones técnicas

La aptitud representa las cualidades que reúne un determinado territorio, de importancia para la toma de decisiones acerca del potencial establecimiento de un cultivo tecnificado de banano. Para efectos de la presente zonificación, se tomaron como referencia las categorías que la UPRA ha utilizado en los ejercicios de zonificación desarrollados hasta el año 2019, las cuales corresponden a categorías de aptitud alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apto (N1). Asimismo, se tienen en cuenta las categorías de exclusiones y condicionantes (tabla 19).

Tabla 19. Categorías de aptitud para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Clase		Definición de la zona
Apto	Alta (A1)	Las mejores condiciones desde los puntos de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
	Media (A2)	Limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
	Baja (A3)	Fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o con el desarrollo de nuevas tecnologías.
No apto (N1)		Restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad.
Exclusión legal (N2)		Por mandato legal no se permite el desarrollo de la actividad productiva.
Condicionante legal (C1)		Independientemente de la categoría de aptitud, se requiere un análisis complementario de tipo social, cultural o ambiental para el desarrollo de la actividad productiva.

Fuente: UPRA (2014).

3.3.1. Criterios y variables del componente físico

Desde el componente físico se definieron las áreas de aptitud, diferenciando las óptimas (A1), las moderadas (A2) y aquellas con aptitud baja (A3), así como las de exclusión técnica (N1), donde, dados los requerimientos específicos del cultivo en términos de clima y suelos, se presentan restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad. En la tabla 20 se registran los rangos de aptitud para calificar el componente físico, incluyendo exclusiones técnicas (N1).

Tabla 20. Rangos de aptitud definidos desde el componente físico

Subcomponente	Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud			
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta apto (N1)
Climático	Condiciones climáticas	Temperatura	°C/año	25-28	24-25 y >28	21-24	<21
		Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Adimensional	>0,92	0,75-0,92	0,4-0,75	<0,40
		Meses secos consecutivos	Número de meses secos consecutivos	≤2	3	≥4	-
		Brillo solar	Horas sol/día/año	>5	4-5	<4	-
		Velocidad del viento	m/segs/año	<3,3	3,3-7,9	>7,9	-
Edáfico	Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	pH	5,6-6,5	6,5-7,5	< 5.6, > 7,5	-
		Saturación de bases	Porcentaje	≥75	50-75	<50	-
		Carbono orgánico	Porcentaje	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	0,5-1,7; Andisoles >7,6	<0,5, >7,6; Histosoles	-
		Capacidad de intercambio catiónico	cmol/kg de suelo	≥20	10-20	<10	-
	Capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje	<3	3-7	7–12	>12
		Textura	Adimensional (clases texturales)	F, FL, FArA, FArL, FAr	FA, L, ArA, ArL, Ar, orgánicos, (Oxisoles, Ultisoles e intergrados Oxic arcillosos)	A, AF, Ar (Vertisoles e intergrados vérticos)	-
		Pedregosidad	Adimensional (fases cartográficas de pedregosidad)	Sin fase de pedregosidad	-	-	Con fase de pedregosidad
	Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	≥100	50-100	<50	Consociaciones de suelos líticos petroférricos y petrocálcicos
		Textura	Adimensional (clases texturales)	F, FL, FA, L, A, AF	FAr, FArA, FArL, ArA, orgánicos, intergrados Oxic, Oxisoles y Ultisoles arcillosos	ArL, Ar-	-
		Pedregosidad	Adimensional (fases cartográficas de pedregosidad)	Sin fase de pedregosidad	-	-	Con fase de pedregosidad
	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Salinidad o sodicidad	dS/m	≤1	1-2	2-4	>4
			PSI	≤15	-	-	>15
		Saturación de aluminio	Porcentaje	≤5	5-15	15-30	>30
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Adimensional (clases de regímenes de humedad)	Údico	Ústico	Ácuico	Perácuico y arídico
		Textura	Adimensional (clases texturales)	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	FA, L, F, FL, orgánicos	A, AF	-

Subcomponente	Criterios	Variables	Unidad de medida	Aptitud			
				Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta apto (N1)
Edáfico	Disponibilidad de oxígeno	Susceptibilidad a inundaciones	Adimensional (fases cartográficas de inundación)	No hay	Cortas	Largas y muy largas	-
		Drenaje natural	Adimensional (clases de drenaje natural)	Bueno y moderado	Imperfecto y excesivo	Pobre y muy pobre	-
	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Fases por grado de erosión Degradación de suelos por erosión Pendiente Amenaza por movimientos en masa	Adimensional, producto de combinación de fases por grado de erosión, degradación de suelos por erosión, pendiente y amenaza por movimientos en masa	Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo	Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo	Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo	Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo, que imposibilitan el establecimiento del cultivo
Fitosanitario	Susceptibilidad fitosanitaria	Temperatura asociada a sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)	°C/año	<23 y >28	23-25	25-28	-
		Precipitación asociada a sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)	mm/año	<1400	1400-3000	>3000	-
		Humedad relativa asociada a sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)	%/año	<80	80-85	>85	-

3.3.2. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Desde el componente socioecosistémico, se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), las cuales están referidas a tres categorías:

La primera hace referencia al criterio cambio de cobertura, donde las áreas de exclusión que se identifican por sus características naturales o por algún valor de identidad sociocultural reconocido deben ser protegidas y deben mantener su cobertura actual; por lo tanto, no puede establecerse el cultivo tecnificado de banano de exportación.

La segunda, ecosistemas estratégicos, considera ecosistemas de manglares y bosques secos, como zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o a su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo de banano.

Por último, la tercera involucra aquellas coberturas de bosques que fueron deforestadas después del año 2010; estas áreas fueron identificadas a través del análisis de la cuantificación de la deforestación en Colombia (Cabrera *et al.*, 2011); estas zonas no podrán ser objeto de ningún tipo de actividad agrícola. Se toma 2010 como fecha límite en concordancia con la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, donde se evidencia que Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático, lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la implementación de estrategias para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.

La exclusión en áreas deforestadas después del 2010 se enmarca dentro de siguientes estrategias nacionales:

- Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (Minambiente, 2012).
- Estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo.

En la tabla 21 se registran los rangos de aptitud para la calificación de variables del componente socioecosistémico.

Tabla 21. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico

Criterio	Variable	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Apropiación de agua	Diferencia de uso consuntivo	El cultivo evapotranspira menos que la cobertura actual 950-2298 mm/año	La evapotranspiración del cultivo es similar al de la cobertura actual 467-950 mm/año	La cobertura actual evapotranspira menos que el cultivo -649 a 467 mm/año	No aplica
	Índice de uso del agua	La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor <3458 Mm^3	La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado 3458-9475 Mm^3	La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico >9475 Mm^3	No aplica
Integridad ecológica	**IE = a(CECN) + b(Inat) + c(ACES) Donde: *a* = 0,6175, *b* = 0,2968 y *c* = 0,0856**				
	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	Conectividad baja 6869,227-112044,71	Conectividad media 398,143-6869,227	Conectividad alta 0-398,143	No aplica
	Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	Naturalidad muy baja (0-5 %) Naturalidad baja (5-30 %) Naturalidad moderada (30-50 %)	Naturalidad alta (50-75 %)	Naturalidad muy alta (75-100 %)	**No aplica**
	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Áreas prioritarias de conservación (APC)			
		Áreas sin APC <-10,02 (ln D)	APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles -10,02 a -2,77 (ln D)	APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles -2,76 a 6,42 (ln D)	No aplica
		Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)			
		Áreas sin AICA <-8,085 (ln D)	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles -8,085 a -4,189 (ln D)	AICA con densidad moderada, alta y muy alta de especies sensibles -4,189 a 1,67 (ln D)	No aplica
		Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios			
		Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo de tecnificado de banano de exportación de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio.			
Variación del contenido estimado de carbono	Variación del contenido estimado de carbono	El cultivo es sumidero de carbono ≥10	El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono 0-10	El cultivo es fuente de emisión de carbono ≤0	No aplica

Criterio	Variable	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apto (N1)
Cambio de cobertura	Cobertura de la tierra	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan las áreas de pastos.	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimento.	Zonas con baja favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación. Corresponden a coberturas de cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para el banano de exportación, como son las zonas cálidas.	Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo de banano de exportación; son aquellas excluidas técnicamente, referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de Bosque/no bosque 2010 del Ideam.

3.3.3. Criterios y variables del componente socioeconómico

A partir del componente socioeconómico, los municipios se clasificaron solamente en tres categorías de aptitud (alta, media y baja). Ningún municipio se clasificó como no apto (N1) dado que la mayoría de las variables analizadas fueron índices sintéticos cuya variación responde a factores exógenos. En la tabla 22 se registran los rangos de aptitud para la calificación de variables del componente socioeconómico.

Tabla 22. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Infraestructura y logística	Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento	<2 hora	2-3 horas	>3 horas
	Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento	<½ hora	½-1 hora	>1 hora
	Existencia de cultivos	Predios	Con cultivos	Los dos predios colindantes al predio con cultivo	Resto
	Distritos de riego y drenaje	Polígonos	Distritos de riego activos	Distritos de riego inactivos	Sin distritos
	Energía eléctrica	Índice de favorabilidad	>2,5	1,9-2,5	<1,9
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a comercializadoras y cooperativas	Tiempo de desplazamiento	<½ hora	½-1 hora	>1 hora
	Cercanía al gremio	Tiempo de desplazamiento	<1 hora	1-2 horas	>2 horas
	Cercanía al ICA	Tiempo de desplazamiento	<½ hora	½-1 hora	>1 hora
	Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento	<½ hora	½-1 hora	>1 hora

Criterio	Variables	Unidad de medida	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Disponibilidad mano de obra	Densidad de la población rural en edad de trabajar por km2	Número de habitantes en edad de trabajar por km2	>70	29-70	<29
	Oferta educativa técnica y tecnológica	Tiempo de desplazamiento	<½ hora	½-1 hora	>1 hora
	Oferta educativa universitaria	Tiempo de desplazamiento	<½ hora	½-1 hora	>1 hora
Indicadores económicos	Créditos otorgados	Millones de pesos	≥127	<127	Sin créditos
	Seguros agrícolas	Municipios	Con seguros	-	Sin seguros
	Valor agregado agrícola municipal	Miles de millones de pesos	>160	46,1-160	<46,1
	Zonas más afectadas por el conflicto armado (Zomac)	Municipios	Declarados Zomac	Resto	-
	Desempeño municipal	Indicador de la medición del desempeño municipal (MDM)	>55 puntos	45-55 puntos	<45 puntos
Dinámica del mercado de tierras	Avalúo catastral rural	Pesos/ha	<8 millones	8-16 millones	>16 millones
	Tamaño predial	Predios	50 - 400 ha	3 - 50 ha	<3 y >400 ha
	Tendencia a la formalidad	Predios	Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Predios sin interrelación catastro-registro, sin matrícula inmobiliaria; con falsa tradición, con mejoras y con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,5645	>0,5645
	Hurtos rurales	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤13,008	>13,008
	Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤0,3108	>0,3108
	Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤2,026	>2,026
Condiciones de vida	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Porcentaje	<45,73	45,73-62,73	>62,73

3.4. Exclusiones legales y condicionantes legales

Se identificaron los instrumentos normativos y legales que orientan y definen la utilización del territorio con el propósito de definir las áreas en las cuales es posible desarrollar el cultivo tecnificado de banano para la exportación sin restricción, así como aquellas en las que existen limitaciones (exclusiones legales); igualmente, en las que por disposiciones normativas deben cumplir determinados requisitos de orden legal que permitan desarrollar esta actividad productiva (condicionantes legales). Como se definió en la metodología, tanto los excluyentes como los condicionantes se organizan por diferentes categorías; a partir de esta clasificación se realizó una revisión de las figuras legales.

3.4.1. Exclusiones legales

Las exclusiones legales están referidas a aquellas 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), otras áreas protegidas locales (del municipio de Puerto López), áreas urbanas (ciudades capitales y centros poblados), parques arqueológicos y las zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2.ª de 1959 tipo A.

La tabla 23 presenta las exclusiones legales y la figura 12 el correspondiente mapa de exclusiones para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación.

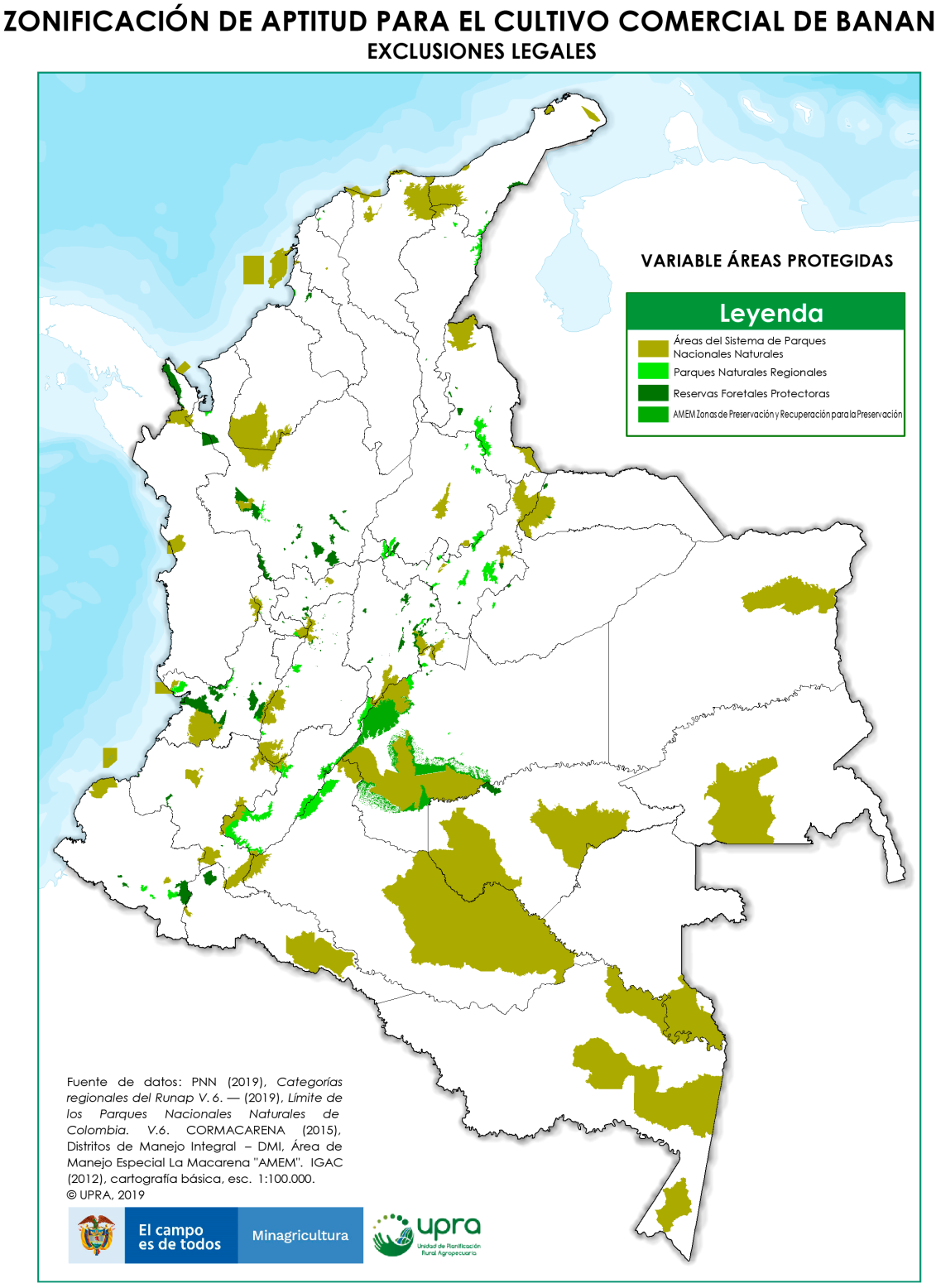
Tabla 23. Exclusiones legales

Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos (páramos)	**Páramos:** Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003). La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos: El Consejo de Estado indica en la providencia del 9 de marzo de 2015 que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos. Asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van su detrimento. 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 explica que los ministerios de Ambiente, Agricultura y 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 Instituto Alexánder von Humboldt (IAVH) hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1). De acuerdo con la Resolución MADS 886 de 2018, *«Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones»,* se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación con las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 en el interior de estas áreas mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.
Áreas protegidas	**Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales:** Forman parte del 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, que incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y vía parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales. **Parques naturales regionales:** De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como espacios geográficos en los que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Uso: 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.

Variable	Áreas de exclusión
Áreas protegidas	**Reservas forestales protectoras:** De acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se consideran como espacios geográficos en los que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Uso: Estas zonas de propiedad pública o privada se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales. **Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM:** De acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de La Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»,* entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los distritos de manejo integrado que hacen parte del AMEM. Se consideran exclusiones DMI Macarena Norte: • Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación. • Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración. DMI Losada-Perdido: Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación
Otras áreas protegidas locales	**Otras áreas protegidas locales:** De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.
Áreas urbanas	**Áreas urbanas:** Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018). • **Cabecera municipal:** Área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del concejo municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa del municipio. • **Centro poblado:** Concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área llamada "resto municipal" o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.
Parques arqueológicos	**Parques arqueológicos:** Áreas arqueológicas protegidas declaradas mediante resolución por el Icanh, que pueden incluir terrenos de propiedad pública o particular, para la protección, conservación, rehabilitación, divulgación y recuperación del patrimonio cultural de la Nación. La integridad de estas áreas se garantiza mediante el plan de manejo arqueológico que apruebe el Icanh. **Plan de manejo arqueológico:** Concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes de dicho patrimonio o zonas de influencia arqueológica. El plan de manejo establece, oficiosamente o a solicitud de sus tenedores, los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación (numeral 10, artículo 1.º, Decreto 833 de 2002, Mincultura).
Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2ª de 1959 tipo A	Zonas de reserva forestal nacional de Ley 2.ª de 1959 tipo A: Fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre mediante la Ley 2.ª de 1959. Se componen de siete zonas de reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. La zonificación adelantada por el MADS en las zonas de reserva forestal nacional definió tres zonas tipo, denominadas A, B y C, donde se establece que las zonas tipo A son las 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 (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central). Estas zonas tipo A son tomadas como exclusión para esta zonificación. Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones: a. 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959. b. 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959. c. 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959. d. Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. e. 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959. f. 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959. g. 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959. h. 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Mapa de exclusiones legales de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación



Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Condicionantes legales

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

La tabla 24 presenta los condicionantes legales y la figura 13 su correspondiente mapa para la zonificación de aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación.

Tabla 24. Condicionantes legales

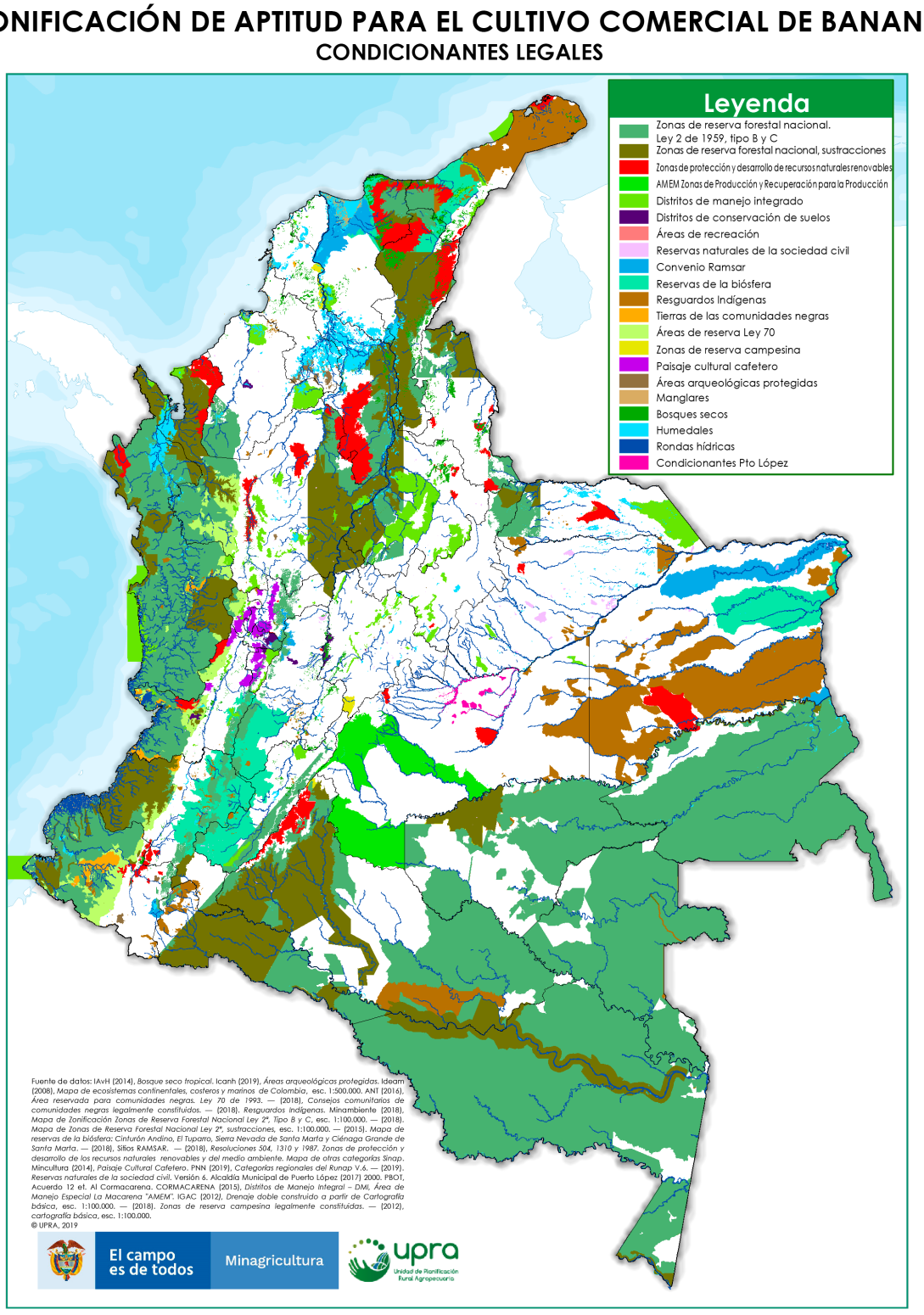
Variable	Descripción
Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)	**Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical):** Agrupan aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o a su nivel de amenaza, que son incompatibles con el desarrollo del cultivo comercial de banano de exportación. Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación. **Los ecosistemas de manglar** y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o a su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo comercial de banano de exportación. 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, sirven como estabilizadores de la línea costera, ayudando en el control de erosión. Constituyen una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos. Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, que han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre. 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.º, 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 de 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 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974). El Decreto 1449 de 1977 consagra en el artículo 3.º, 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 ancho, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua. 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 MADS). El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974) establece una regulación en términos de propiedad en relación con las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d), consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos. El Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en el artículo 4.º 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 un análisis detallado del área previo a cualquier establecimiento de un cultivo.
Áreas protegidas	**Distritos de manejo integrado (DMI):** De acuerdo 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.

Variable	Descripción
Áreas protegidas	**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 actividad que en ellas se desarrolla. **Áreas de recreación:** Conforme al artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación. Sus valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute. Por esta razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado. **Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM:** De acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, «Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente; b) preservación vertiente oriental; c) producción Ariari-Guayabero; d) recuperación para la preservación sur; y e) recuperación para la producción sur. Se consideran condicionantes DMI Macarena Norte • Zona de recuperación para la producción: Áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible) DMI Losada-Perdido • Zona de recuperación para la producción: Áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible. **Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC):** Hacen referencia a la totalidad o a 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. **Otras áreas protegidas:** De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria. **Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente:** Por medio de las resoluciones 1628 y 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). La Resolución 1987 de 2018 prorroga la duración de estas zonas; adicionalmente, modifica por aumento o disminución de área dichas zonas.
Otras áreas protegidas locales	**Otras áreas protegidas locales:** De acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.
Zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2.ª de 1959 tipos B y C	**Zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2.ª de 1959 tipos B y C:** Fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre mediante la Ley 2.ª de 1959. Se componen de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las zonas de reserva forestal nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera: **Zonas tipo B:** Zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central). **Zonas tipo C:** Zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la reserva forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central). Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones: a. 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés. b. 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2.ª de 1959. c. 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2.ª de 1959.

Variable	Descripción
Zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2.ª de 1959 tipos B y C	d. 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2.ª de 1959. e. Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonia, establecida en la Ley 2.ª de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila. f. 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Río Magdalena, establecida en la Ley 2.ª de 1959. g. 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2.ª de 1959. h. 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2.ª de 1959. En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, se facultó al MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada; por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin (numeral 18, artículo 5.º de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011).
Distinciones internacionales	Agrupan aquellos lugares que, por factores de orden ecológico, motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Las consideraciones legales para esta variable son Reservas de la biosfera: De acuerdo con la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural (<www.unesco.org>), los Estados parte se obligan a prestar su concurso para identificar, proteger, conservar y revalorizar el patrimonio cultural y natural (artículo 6.º) y a no tomar medidas que le puedan causar daño, directa o indirectamente (cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower). 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. 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.º), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4.º).
Áreas de interés cultural y social	Comprenden 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 que son un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios. Las figuras legales que conforman esta variable son **Tierras de las comunidades negras:** Terrenos en los que tienen su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituyen 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 mismas (Ley 70 de 1993). Áreas reservadas para comunidades negras: 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 tiene el fin de proteger la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana (Ley 70 de 1993). **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:** Son tierras baldías de la Nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con el fin del fomento 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). **Paisaje cultural cafetero:** Es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución Minagricultura 2079 de 2011). Áreas arqueológicas protegidas (AAP): Son un polígono o zona delimitada en el territorio colombiano que por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas requiere una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Mapa de condicionantes legales de la zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación



Fuente: Elaboración propia.

3.5. Análisis multicriterio

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

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

3.5.1. Proceso analítico jerárquico *(AHP)*

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

El *AHP* se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativas y permite, mediante la realización de una matriz de doble entrada (de comparación pareada), generar la calificación del grado de incidencia que un criterio tiene sobre otros, comparándolos por pares. Asimismo, mediante la generación de los vectores propios de estas relaciones, estima el grado de consistencia de las calificaciones como un valor de significancia estadística y a su vez genera el valor de la ponderación para poder realizar la suma lineal ponderada en la siguiente fase de análisis.

Una vez construido el modelo jerárquico, se realizaron comparaciones entre pares de dichos elementos (criterios), se atribuyeron valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas y se entregó una síntesis de estas mediante la agregación de esos juicios parciales.

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

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se realiza la comparación de los criterios por pares para calificar cada uno de acuerdo con su importancia relativa respecto a otro; esto se desarrolla para todos los criterios definidos en el análisis mediante un taller donde se califican usando una escala de importancia que se presenta en la tabla 25.

Tabla 25. Escala de referencia dentro del proceso de análisis jerárquico

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

Fuente: UPRA (2014).

La tabla 26 es una matriz de comparaciones pareadas de *n* criterios; *a* es la medida de la preferencia del criterio de la columna *j*. Cuando $i = j$, el valor de a_{ij} fue igual a 1, pues compara el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia a_{ij} automáticamente es el valor recíproco de a_{ij}, es decir, $1/a_{ij}$.

Tabla 26. Esquema de la matriz de comparación a nivel criterio

		Criterio 1	Criterio 2	…	Criterio n
	Criterio 1	1	a12	…	a1n
	Criterio 2	1/a12	1	…	a2n
A =	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	Criterio n	1/a1n	1/a2n	.	1

Fuente: UPRA (2014).

Partiendo de la matriz de comparaciones obtenida para el cultivo, se calculan las ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística utilizando el *software* PriEsT *(Priority Estimation Tool)* (Siraj *et al.,* 2013).

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

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

donde

n = número de criterios

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

La tabla 27 presenta la matriz de evaluación multicriterio del componente biofísico (físico-socioecosistémico) para la zonificación de aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación. La tabla 28 presenta la matriz de evaluación multicriterio socioeconómica. En las dos matrices se presentan los pesos relativos de cada criterio que resultan del análisis a través del software PriEsT.

Tabla 27. Matriz de evaluación multicriterio biofísica para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación

Criterios	Condiciones climáticas	Disponibilidad de nutrientes	Capacidad de laboreo	Condiciones de enraizamiento	Apropiación de agua	Toxicidad por sales, sodio y aluminio	Disponibilidad de humedad	Disponibilidad de oxígeno	Integridad ecológica	Variación del contenido estimado de carbono	Susceptibilidad fitosanitaria	Cambio de cobertura	Susceptibilidad a la pérdida de suelos	Pesos %
Condiciones climáticas	1													22,9
Disponibilidad de nutrientes	1/3	1												17,7
Capacidad de laboreo	1/3	1/3	1											12,9
Condiciones de enraizamiento	1/3	1/3	1/3	1										10,9
Apropiación de agua	1/3	1/3	1/3	1/3	1									8,8
Toxicidad por sales, sodio y aluminio	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1								6,7
Disponibilidad de humedad	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1							5,2
Disponibilidad de oxígeno	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1						4,4
Integridad ecológica	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1					3,3
Variación del contenido estimado de carbono	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1				2,6
Susceptibilidad fitosanitaria	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1			2,1
Cambio de cobertura	1/9	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1		1,5
Susceptibilidad a la pérdida de suelos	1/9	1/9	1/7	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3		1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Matriz de evaluación multicriterio socioeconómica para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación

CRITERIOS	Infraestructura y logística	Asociatividad e institucionalidad	Disponibilidad de mano de obra	Indicadores económicos	Dinámica del mercado de tierras	Seguridad ciudadana	Condiciones de vida	Pesos %
Infraestructura y logística	1							43,2
Asociatividad e institucionalidad	1/3	1						23,3
Disponibilidad de mano de obra	1/3	1/3	1					13,4
Indicadores económicos	1/5	1/3	1/3	1				8,5
Dinámica del mercado de tierras	1/5	1/5	1/3	1/3	1			5,9
Seguridad ciudadana	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1		3,5
Condiciones de vida	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1	2,2

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, mediante una matriz de paso (tabla 29) se unieron los dos mapas intermedios a fin de obtener el mapa integrado para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, escala 1:100.000.

Tabla 29. Matriz de paso para la zonificación de aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación

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

Fuente: UPRA (2018).

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

$$S = \sum Wi * Xi$$

donde

S = mapa con categorías de aptitud

W_i = peso del criterio i

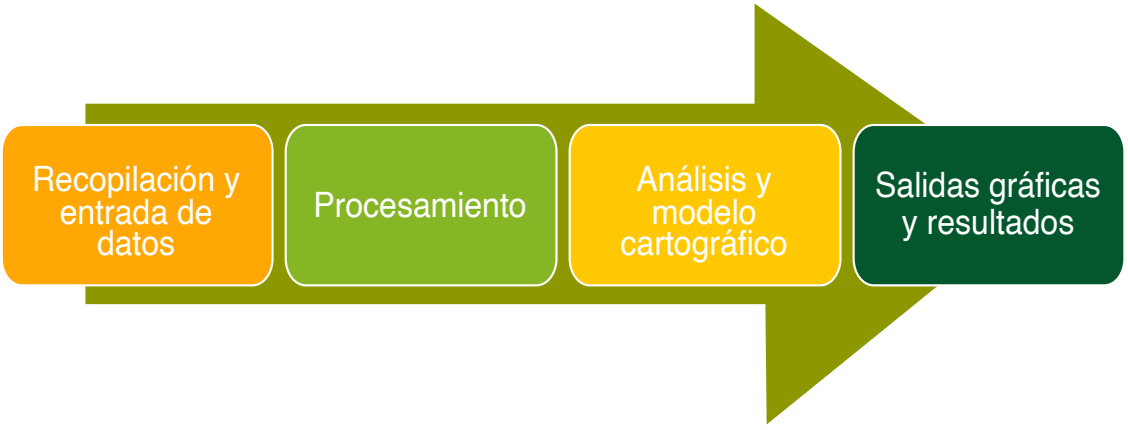
X_i = valor del criterio i (valores 1, 2 o 3, correspondientes a la categoría de aptitud).

3.6. Análisis espacial y modelo cartográfico

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

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase soportó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud para la producción del cultivo tecnificado de banano para la exportación. Los pasos empleados por la Oficina de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la figura 14.

Figura 14. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).

Recopilación de información: Consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) utilizada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con su producción.

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

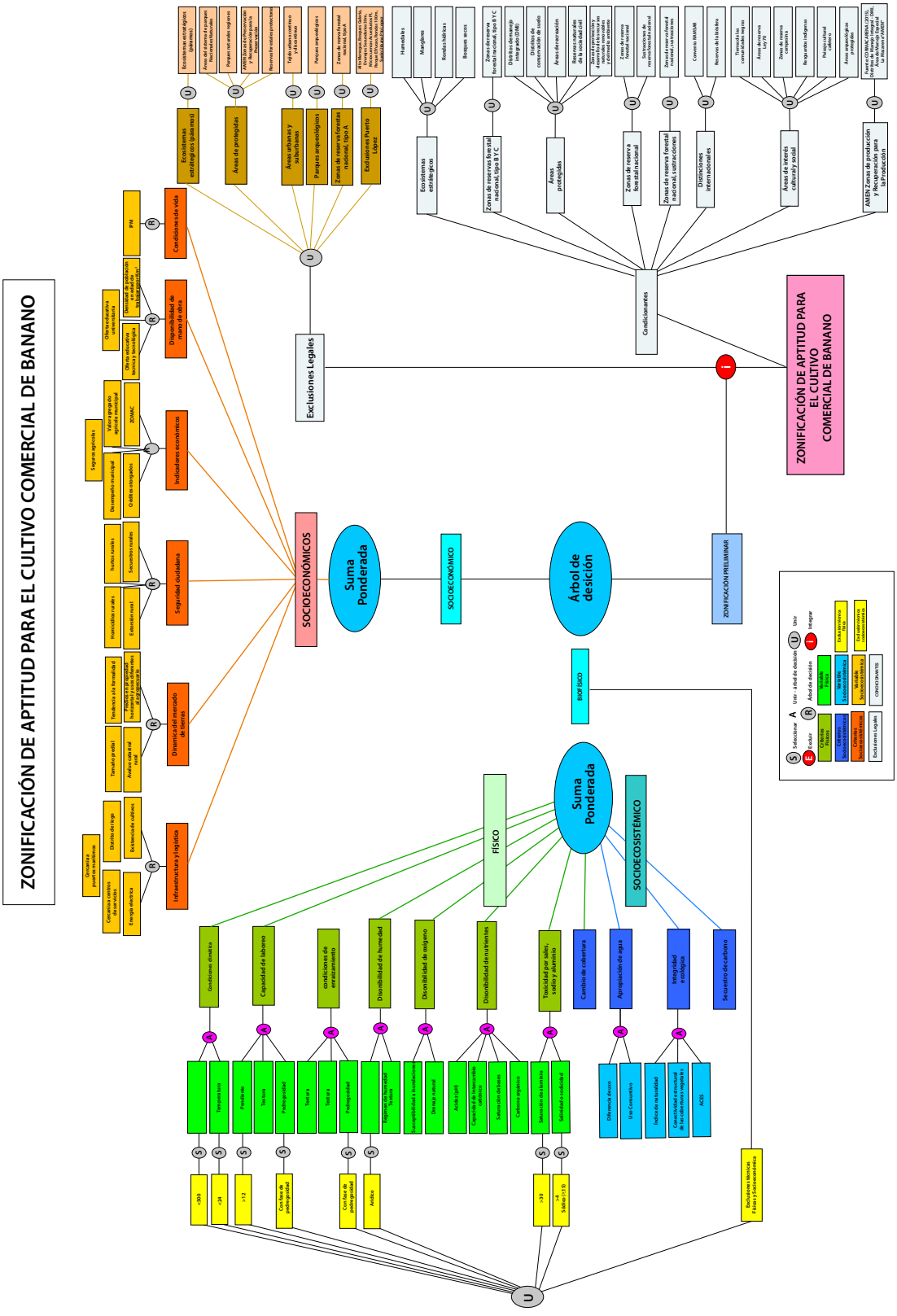
Análisis de la información: Consistió en generar y evaluar las salidas gráficas de cada criterio de acuerdo con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indicaban la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). En caso de que los criterios no estuvieran conformados por variables continuas, el análisis se realizaría mediante algunas estadísticas de la variable, asignando directamente la calificación de la categoría de aptitud.

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

Salidas gráficas y resultados: Consiste en la presentación, a manera de mapas y estadísticas por departamento y municipio, de las zonas aptas y no aptas para el cultivo tecnificado de banano para la exportación. Estas salidas fueron soportadas dentro de la *geodatabase* del proyecto.

En la figura 15 se muestra el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación, escala 1:100.000.

Figura 15. Modelo cartográfico integral para banano



Fuente: Elaboración propia.

3.7. Proceso de validación de los mapas

Como parte del proceso de socialización y validación de la metodología y del mapa de aptitud obtenido, se desarrolló un trabajo conjunto con representantes de Asbama y Augura mediante talleres de discusión para retroalimentar el proceso. En la figura 16 se presenta la estrategia adelantada para la socialización del proyecto de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000.

Figura 16. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2014).



3.7.1. Socialización con los actores de la cadena del banano

Para presentar la metodología, discutir los criterios, variables y rangos de aptitud, así como evaluar los diferentes mapas generados durante el desarrollo del ejercicio, se adelantaron jornadas de socialización del proyecto de zonificación de aptitud con representantes de la cadena de banano.

La primera reunión de validación se realizó en las instalaciones de Augura, en el municipio de Carepa, Antioquia, donde se discutieron los rangos de las variables físicas, socioecosistémicas y socioeconómicas propuestos para el TUT de banano. Esta reunión se llevó a cabo los días 26 y 27 de junio de 2019 con la participación del grupo técnico de Augura, Cenibanano, C. I. Banacol, C. I. Unibán y de empresas como Caaisa; Grupo Santamaría; Grupo Agrosiete Toscana; Agrícola Sara Palma; C. I. Banafrut, S. A.; C. I. Tropical, S. A. S. y la Cámara de Comercio (figura 17).

Figura 17. Socialización y validación de criterios, variables y rangos. Mesas de trabajo con miembros de la cadena de banano. Carepa, Antioquia





Fuente: UPRA (2020).

También realizó un recorrido por las zonas productoras de los municipios de Carepa, Apartadó y Turbo, donde se visitaron algunas fincas productoras de banano. Igualmente, se visitaron los dos embarcaderos empleados para la exportación –Nueva Colonia, en el municipio de Turbo, y El Zungo, en Carepa, departamento de Antioquia– (figura 18).

Figura 18. Visita de campo. Finca Maryland, embarcadero Nueva Colonia. Turbo, Antioquia





Fuente: UPRA (2020).

La segunda reunión de validación fue organizada por Augura y llevada a cabo el 15 de agosto de 2019 en las instalaciones del Sena de la ciudad de Santa Marta; contó con la participación del grupo técnico de Augura, productores, representantes de asociaciones bananeras y otras empresas del sector (figura 19).

Figura 19. Socialización y validación de criterios, variables y rangos. Mesas de trabajo con miembros de la cadena del banano. Santa Marta, Magdalena.





Fuente: UPRA (2020).

En el marco de esta salida también se realizó un recorrido de campo por la zona de producción de banano de exportación del departamento de Magdalena, en los municipios de Ciénaga y Zona Bananera, donde se observaron algunos cultivos y se conocieron las asociaciones Comulbanano y Emprebán, con sede en el corregimiento de Orihueca (figuras 20 y 21).

Figura 20. Recorrido de campo, cultivo sobre carretera Santa Marta - Ciénaga. Ciénaga, Magdalena



Fuente: UPRA (2020).

Figura 21. Recorrido de campo, corregimiento de Orihueca. Zona Bananera, Magdalena.



Fuente: UPRA (2020).



4. Resultados

4. Resultados

El mapa de zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para exportación en Colombia, escala 1:100.000, especialmente con el cultivar "Cavendish", muestra que se dispone de 5.096.635 ha aptas, lo que equivale al 4,5 % del territorio colombiano y al 12,9 % de la frontera agrícola nacional. Del total de áreas aptas, el 13,8 % corresponde a aptitud alta (A1), el 26,5 % a media (A2) y el 60,1 % a baja (A3) (tabla 30 y figura 22).

Tabla 30. Área según categoría de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

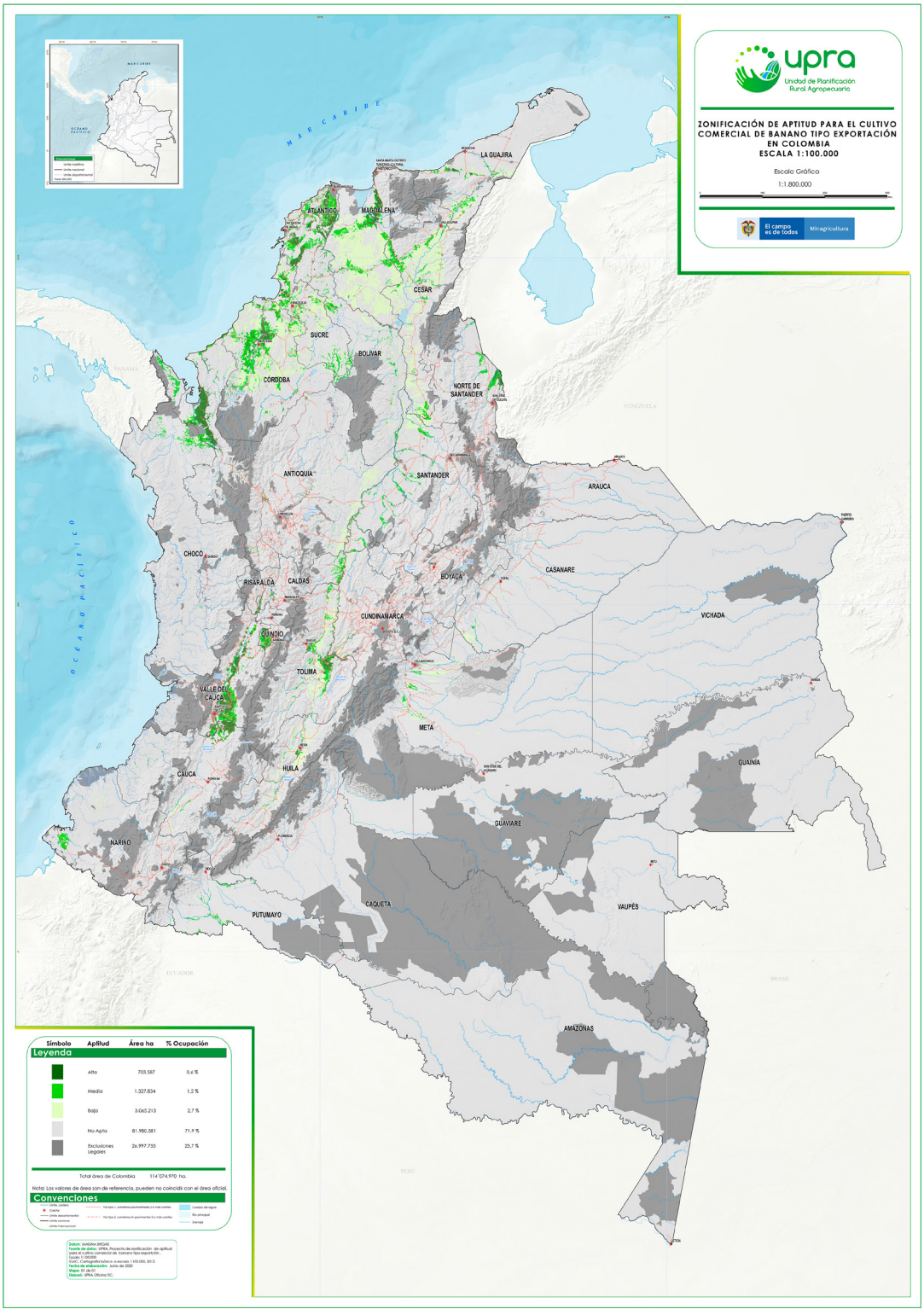
Aptitud	Área (ha)	% ocupación	% frontera agrícola
Alta	703.587	0,6	1,7
Media	1.327.834	1,2	3,3
Baja	3.065.213	2,7	7,8
Total apto	5.096.635	4,5	12,9
No apto técnico	81.980.581	71,9	-
No apto legal	26.997.755	23,7	-
Total Colombia	114.074.971	100,0	-

*Frontera agrícola nacional: 39.239.481 ha.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, a escala 1:100.000



Fuente: Elaboración propia.

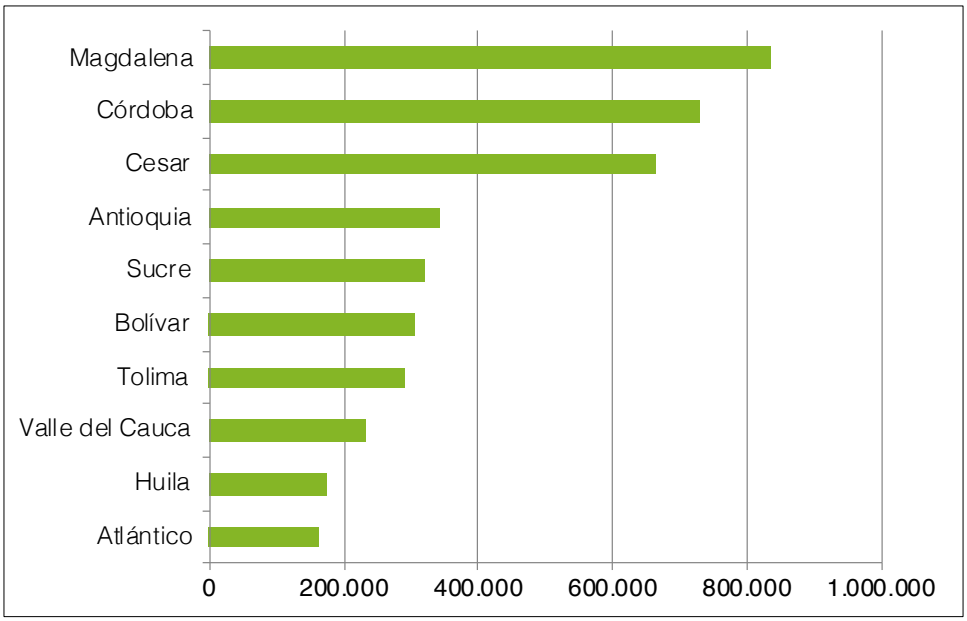
Los departamentos de Magdalena (16,4 %), Córdoba (14,3 %) y Cesar (13,4 %) cuentan con el 43,8 % del área apta para el establecimiento del cultivo de banano de exportación. En conjunto, disponen de 2.232.722 ha potenciales. Otros departamentos con un gran potencial son Antioquia (343.944 ha), Sucre (318.680), Bolívar, Tolima y Valle del Cauca (307.368, 290.205 y 233.823 ha, respectivamente) (tabla 31 y figura 23).

Tabla 31. Áreas aptas por departamento para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)

Departamento	Aptitud alta (A1)	Aptitud media (A2)	Aptitud baja (A3)	Total apto
Magdalena	60.297	106.905	669.728	836.930
Córdoba	64.503	238.349	428.068	730.919
Cesar	7.440	98.276	559.157	664.873
Antioquia	146.626	53.555	143.763	343.944
Sucre	20.343	95.700	202.637	318.680
Bolívar	59.905	115.381	132.083	307.368
Tolima	33.410	77.829	178.965	290.205
Valle del Cauca	135.382	85.694	12.747	233.823
Huila	3.554	12.559	157.710	173.822
Atlántico	73.891	78.643	10.873	163.408
Meta		18.622	137.022	155.644
Santander	2.459	64.794	79.349	146.602
La Guajira	8.726	36.750	91.753	137.229
Chocó	1.703	73.471	11.686	86.859
Norte de Santander	13.727	38.664	32.691	85.082
Cauca	34.205	17.762	30.787	82.754
Cundinamarca	512	5.983	62.638	69.132
Casanare		2.807	57.181	59.988
Nariño		27.047	23.860	50.907
Caldas	12.878	25.600	10.895	49.372
Quindío	19.587	17.717	44	37.348
Putumayo		25.741	3.232	28.973
Boyacá		8.631	17.949	26.580
Vichada			8.218	8.218
Risaralda	4.441	862	234	5.537
Caquetá		493	1.869	2.362
Guainía			61	61
Arauca			7	7
Guaviare			6	6
Total	703.587	1.327.834	3.065.213	5.096.635

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23. Principales departamentos con aptitud para el cultivo tecnificado de banano de exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

Los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca presentan las mayores superficies con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano de exportación, suman 282.008 ha; a estos departamentos les siguen Atlántico (73.891 ha) y Córdoba (64.503) (tabla 32 y figura 24).

Tabla 32. Departamentos con las mayores áreas de aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Departamento	ha
Antioquia	146.626
Valle del Cauca	135.382
Atlántico	73.891
Córdoba	64.503
Magdalena	60.297
Bolívar	59.905
Cauca	34.205
Tolima	33.410
Sucre	20.343
Quindío	19.587

Fuente: Elaboración propia.

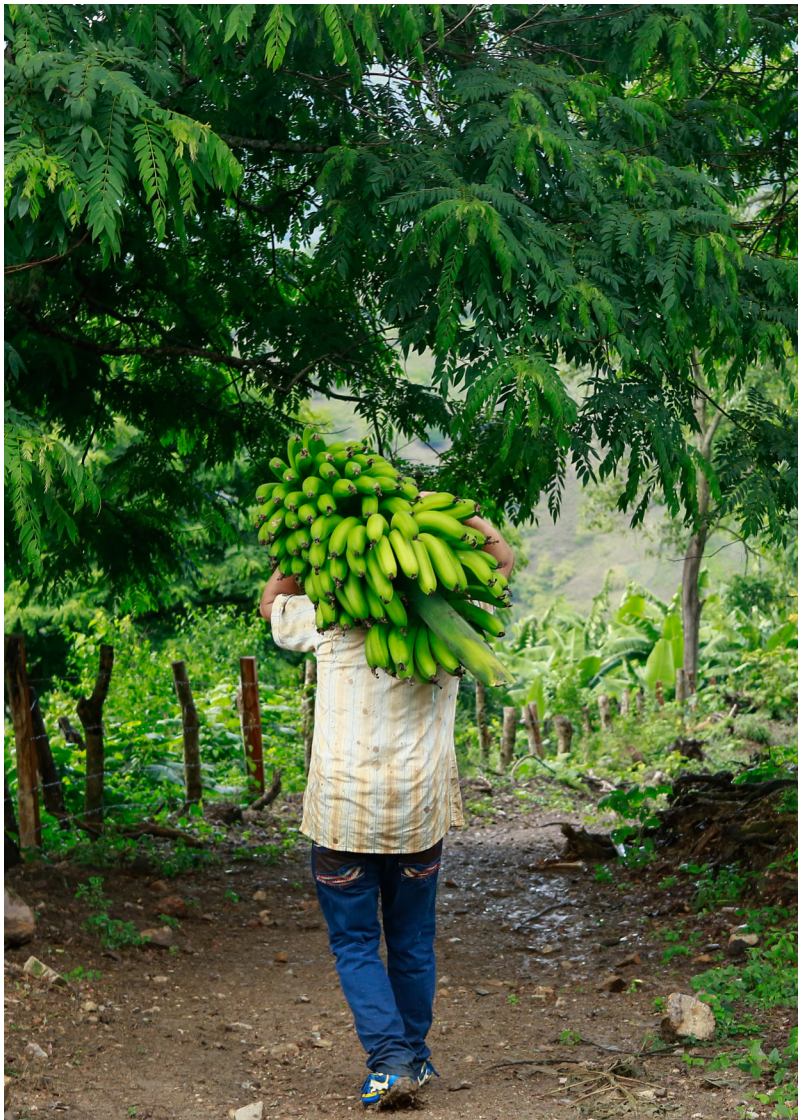
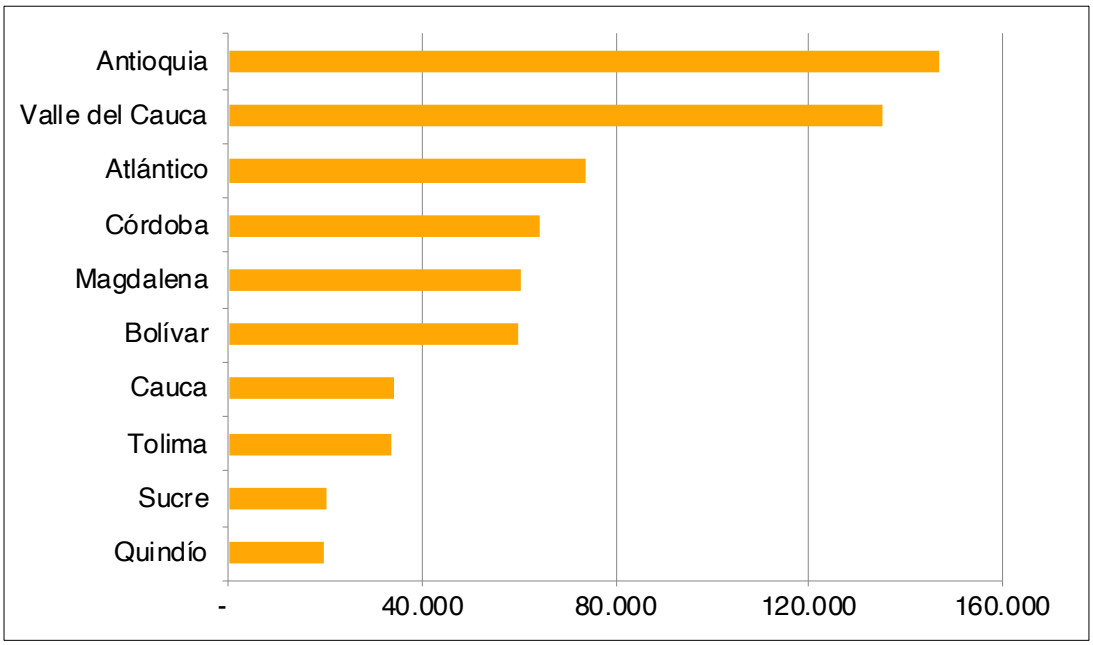


Figura 24. Principales departamentos con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.



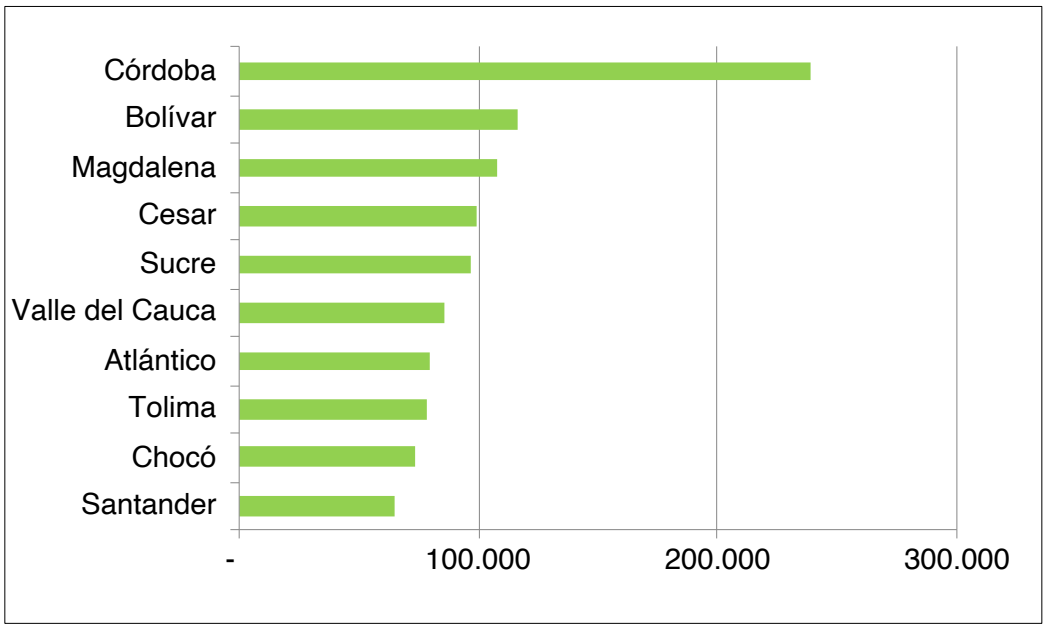
Los principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo de banano de exportación son, en su orden, Córdoba, Bolívar, Magdalena, Cesar, Sucre y Valle del Cauca. Suman 704.304 ha, que equivalen al 53,0 % del área con dicha aptitud para este cultivo (tabla 33 y figura 25).

Tabla 33. Departamentos con las mayores áreas de aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Departamento	ha
Córdoba	238.349
Bolívar	115.381
Magdalena	106.905
Cesar	98.276
Sucre	95.700
Valle del Cauca	85.694
Atlántico	78.643
Tolima	77.829
Chocó	73.471
Santander	64.794

Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Principales departamentos con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.



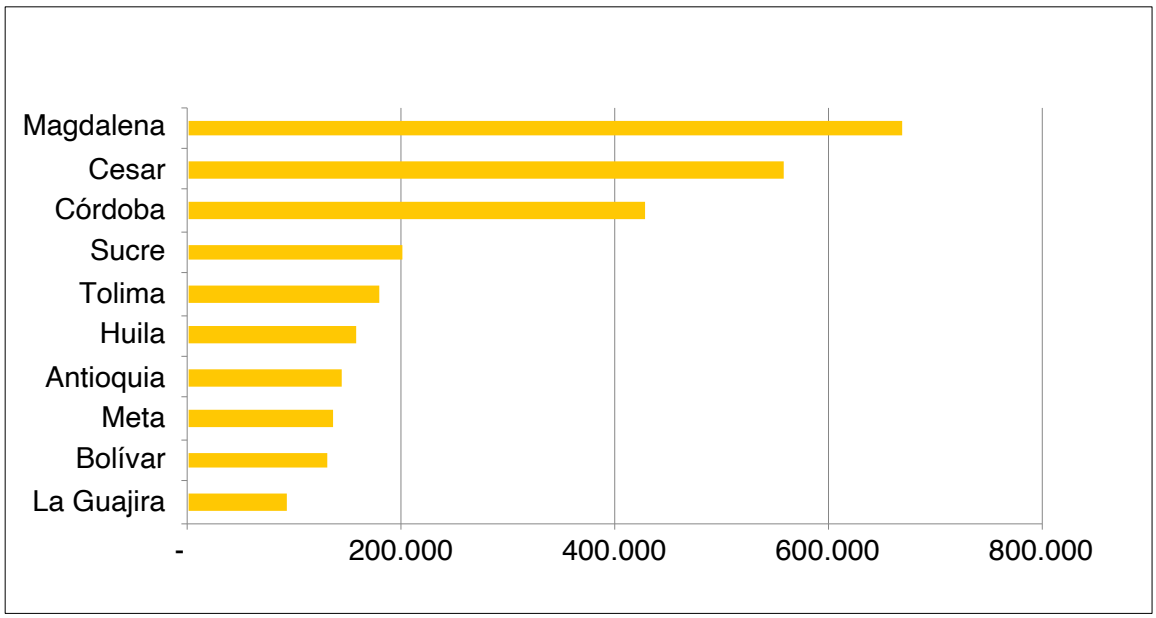
Asimismo, los departamentos que cuentan con la mayor área de aptitud baja (A3) para el desarrollo de este cultivo son Magdalena, Cesar, Córdoba y Sucre con 1.859.589 ha potenciales (tabla 34 y figura 26).

Tabla 34. Departamentos con las mayores áreas de aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Departamento	ha
Magdalena	669.728
Cesar	559.157
Córdoba	428.068
Sucre	202.637
Tolima	178.965
Huila	157.710
Antioquia	143.763
Meta	137.022
Bolívar	132.083
La Guajira	91.753

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Principales departamentos con aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.

De otra parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie apta para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia son Montería en el departamento de Córdoba (180.446 ha), Valledupar en el Cesar (119.671) y Pivijay en Magdalena (105.605) (tabla 35 y figura 27).

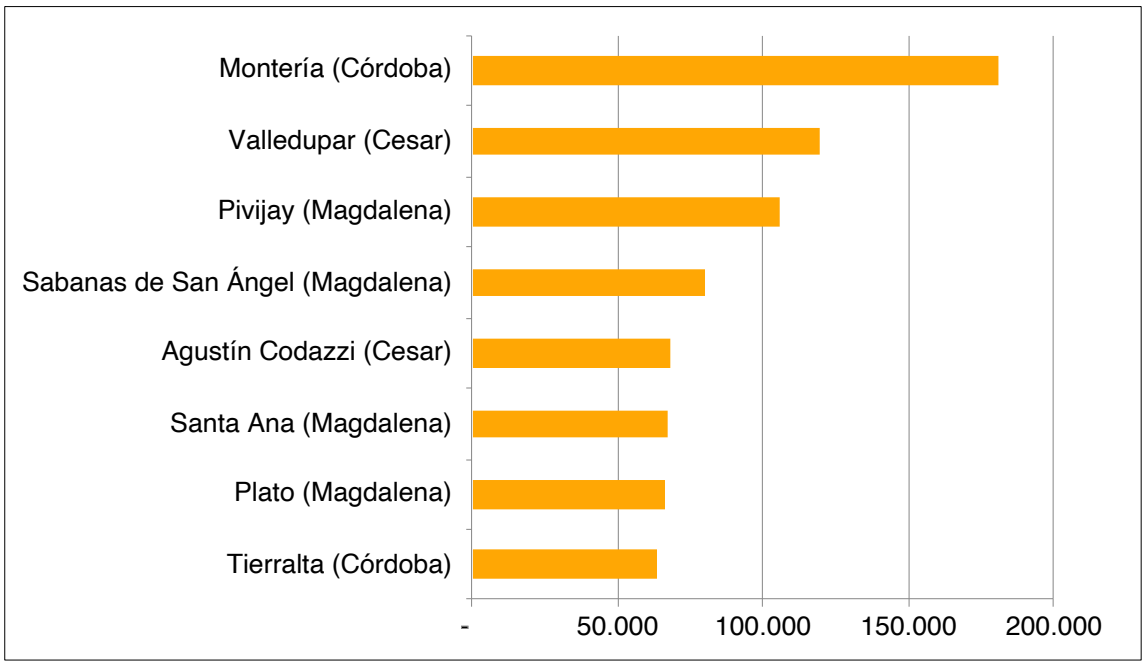
Tabla 35. Principales municipios con áreas aptas para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Municipio	ha
Montería	180.446
Valledupar	119.671
Pivijay	105.605
Sabanas de San Ángel	80.294
Agustín Codazzi	68.527
Santa Ana	67.403
Plato	66.583
Tierralta	63.563

Fuente: Elaboración propia



Figura 27. Principales municipios con aptitud para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, los principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo de banano de exportación son Turbo y Chigorodó en el departamento de Antioquia (34.837 ha y 34.609 respectivamente), Palmira en el Valle del Cauca (33.348), Montería en Córdoba (25.975) y Zona Bananera en el departamento de Magdalena (24.838) (tabla 36 y figura 28).

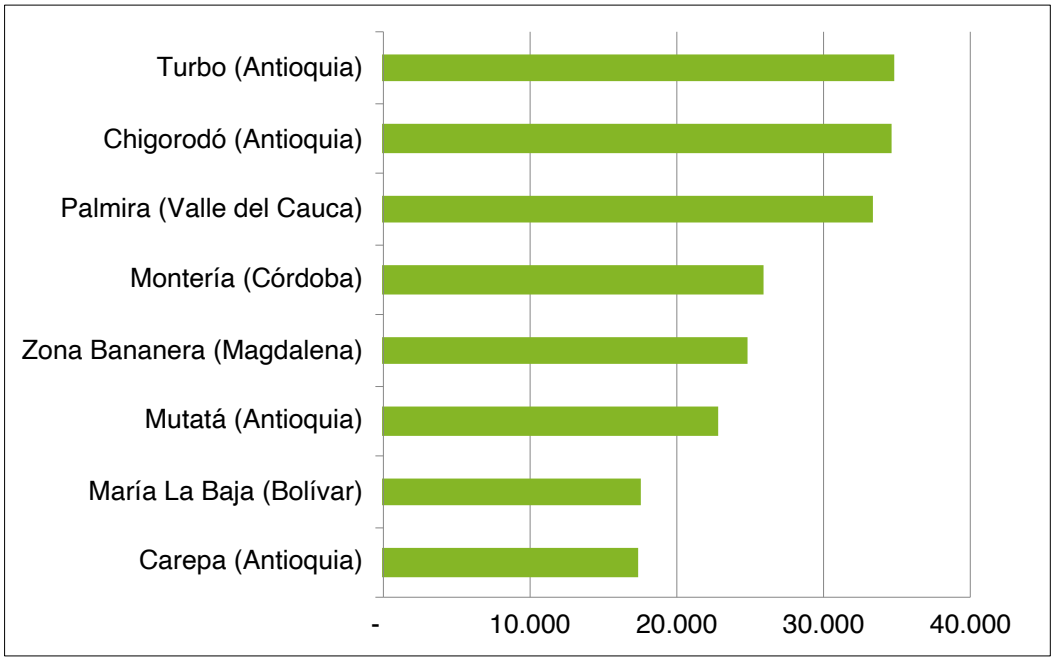
Tabla 36. Municipios con las mayores áreas con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Municipio	ha
Turbo	34.837
Chigorodó	34.609
Palmira	33.348
Montería	25.975
Zona Bananera	24.838
Mutatá	22.724
María La Baja	17.525
Carepa	17.379

Fuente: Elaboración propia



Figura 28. Principales municipios con aptitud alta (A1) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia

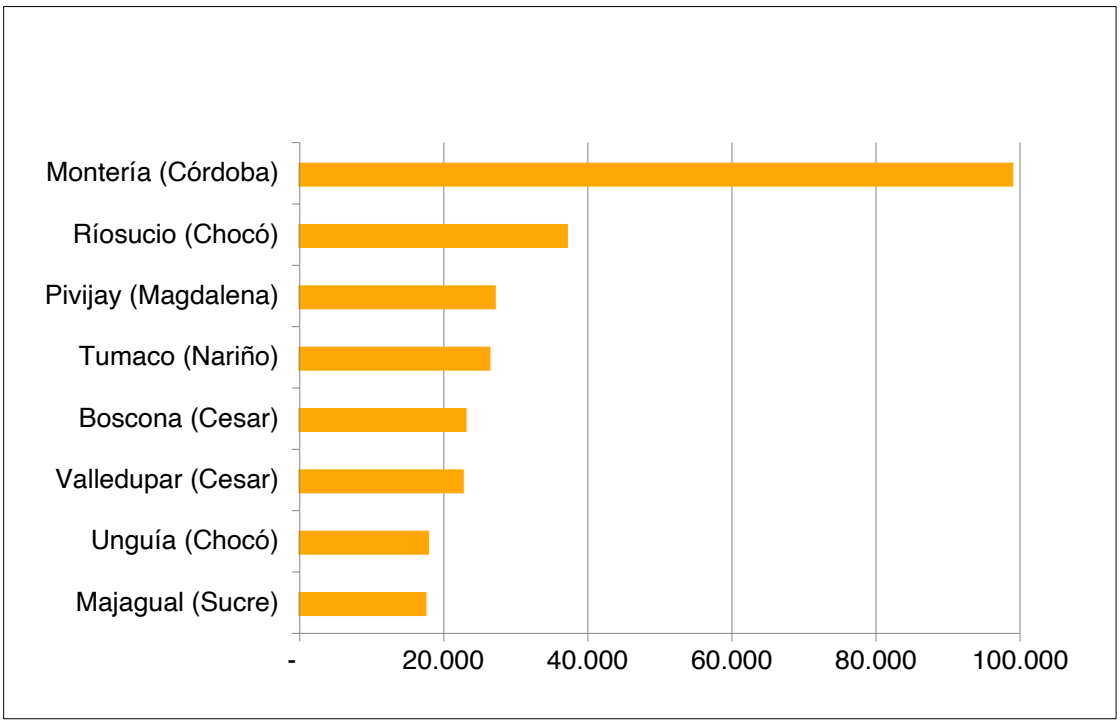
Por su parte, los municipios que cuentan con la mayor superficie con aptitud media (A2) son Montería en el departamento de Córdoba (98.924 ha), Riosucio en el Chocó (37.085), Pivijay en el Magdalena (27.171) y Tumaco en Nariño (26.543) (tabla 37 y figura 29).

Tabla 37. Municipios con las mayores áreas con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano de exportación en Colombia

Municipio	ha
Montería	98.924
Riosucio	37.085
Pivijay	27.171
Tumaco	26.543
Bosconia	23.279
Valledupar	22.751
Unguía	17.848
Majagual	17.523

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Principales municipios con aptitud media (A2) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia



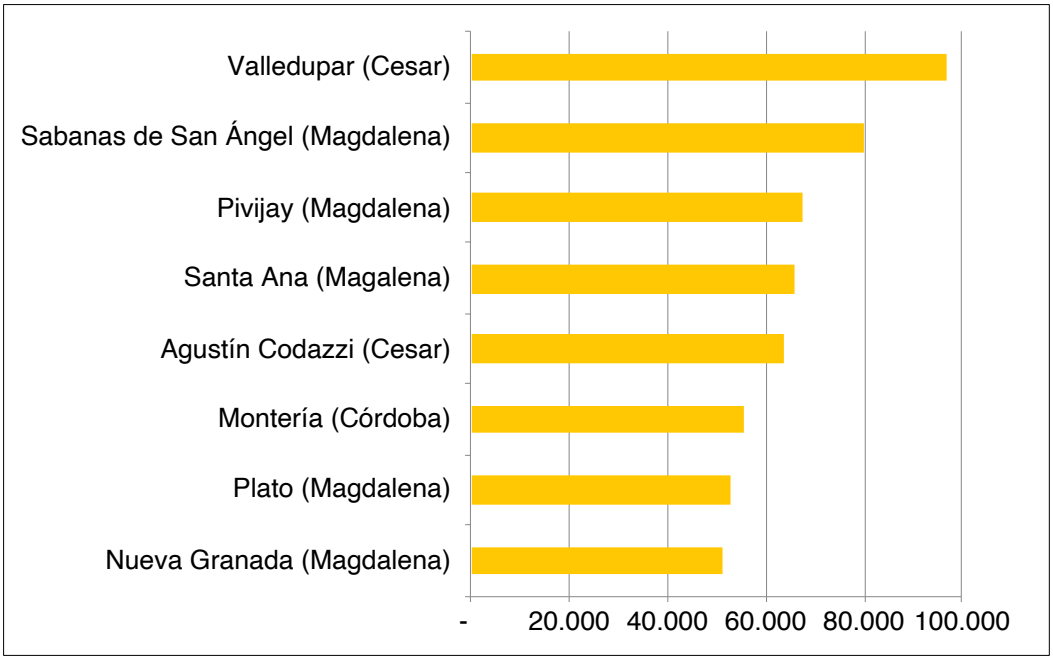
Los municipios con más aptitud baja (A3) son Valledupar en el Cesar (96.920 ha), Sabana de San Ángel, Pivijay y Santa Ana en el departamento del Magdalena (80.109, 67.272 y 65.600 ha, respectivamente) (tabla 38 y figura 30).

Tabla 38. Municipios con las mayores áreas con aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia

Municipio	ha
Valledupar	96.920
Sabanas de San Ángel	80.109
Pivijay	67.272
Santa Ana	65.600
Agustín Codazzi	63.803
Montería	55.547
Plato	52.802
Nueva Granada	51.417

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Principales municipios con aptitud baja (A3) para el cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia (ha)



Fuente: Elaboración propia.





5. Conclusiones



5. Conclusiones

1. La zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano para la exportación en Colombia, escala 1:100000, permite identificar las áreas geográficas apropiadas para el establecimiento y desarrollo de esta actividad, bajo condiciones de productividad, sostenibilidad y competitividad, lo cual ayudará a orientar las políticas para el desarrollo del subsector, buscando un mayor impacto en las inversiones y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural.

2. Colombia dispone de 5.096.635 ha aptas para el cultivo tecnificado de banano para la exportación, lo que equivale al 4,5 % del territorio (114.074.971 ha) y al 12,9 % de la frontera agrícola nacional (39.239.481).

3. Los municipios donde actualmente se desarrolla la producción de banano para exportación (del Urabá antioqueño, Magdalena y La Guajira) cuentan con áreas con aptitud alta (A1) para este cultivo.

4. Los municipios productores de banano de exportación disponen de 155.303 ha con aptitud alta (A1), 37.951 con aptitud media (A2) y 23.510 con aptitud baja (A3).

5. El área apta para el cultivo tecnificado de banano para exportación se distribuye en 26 departamentos; Magdalena, Córdoba y Cesar poseen el 43,8 %. Sin embargo, los departamentos de Antioquia y Valle del Cauca presentan la mayor superficie con aptitud alta (A1), sumando 282.008 ha (40 %).

6. De acuerdo con los resultados de la zonificación, los departamentos de la costa atlántica, Antioquia y Valle del Cauca son los que presentan mayor potencial para el establecimiento y explotación comercial del banano de exportación, siendo favorecidos principalmente por el clima, las tierras fértiles para el cultivo y por su cercanía a los principales puertos marítimos del país.

7. Los departamentos de Magdalena, Cesar, Córdoba y Sucre aportan 1.859.590 ha de aptitud baja, correspondientes al 36,4 % del área apta total, presentan fuertes limitaciones por factores climáticos, específicamente por humedad para el cultivo. No obstante, tienen condiciones favorables de suelos, presión sobre la integridad ecológica y cercanía a puertos marítimos.

8. Los municipios con mayor aptitud alta (A1) son Turbo (34.837 ha) y Chigorodó (34.609) en Antioquia, Palmira (33.348) en el Valle del Cauca, Montería (25.975) en Córdoba y Zona Bananera (24.838) en Magdalena. Estos datos coinciden en parte con los de las zonas donde actualmente se produce el banano de exportación (Golfo de Urabá y Magdalena). Se destacan los municipios de Palmira y Montería como zonas con alto potencial para la expansión de las siembras de este producto.

9. Mediante el análisis multicriterio del componente biofísico, el criterio de condiciones climáticas es el de mayor peso ponderado (22,9 %) dados los altos y sensibles requerimientos de agua del cultivo, así como la necesidad de temperaturas cálidas, entre otros. Le sigue el de disponibilidad de nutrientes (17,7 %), producto de la importante exigencia en ese sentido. De los criterios socioecosistémicos, el más relevante es el de apropiación de agua (8,8 %) debido a la fuerte presión hídrica existente en las cuencas en donde se desarrolla el cultivo.

10. Dentro de los criterios biofísicos, cambio de cobertura, capacidad de laboreo (pendiente), toxici-

dad (aluminio) y condiciones climáticas (temperatura) son los que generan mayores exclusiones técnicas. La Amazonia, la región Andina y ciertas zonas de la Orinoquia son las más afectadas por estas exclusiones.

11. El componente socioeconómico permite caracterizar la actividad productora de banano para exportación. El criterio que se destaca como el más esencial es infraestructura y logística (43,2 %), ya que es el diferencial de competitividad en el desarrollo de la actividad. Facilita el manejo del producto, su distribución y posterior comercialización, debido a que se requiere eficiencia logística en toda la cadena que garantice que esta fruta llegue en estado óptimo al consumidor, lo que se facilita y hace de gran importancia la cercanía a puertos y embarcaderos, parte esencial del proceso de comercialización a mercados internacionales.

12. El criterio asociatividad e institucionalidad (23,3 %) presenta también alta importancia en razón al positivo impacto generado por las comercializadoras y cooperativas ya que existen empresas integradas que están a cargo del proceso de empaque, transporte y distribución, condicionando la existencia de un mercado altamente concentrado y competitivo.

13. Las exclusiones legales son 26.997.755 ha, es decir, el 23,7% del territorio nacional; mientras que las exclusiones técnicas del territorio corresponden a 81.980.581 ha (71,9 %).





6. Referencias Bibliográficas



6. Referencias bibliográficas

1. Agronegocios. (2020). Sector bananero genera más de 50.000 empleos, según el presidente de Asbama. Recuperado de: *https://www.agronegocios.co/agricultura/sector-bananero-genera-50000-empleos-segun-el-presidente-de-asbama-2872876.*
2. Arauz, L.F. (1998). Fitopatología, un enfoque agroecológico. San José, Costa Rica: Editorial UCR. *467 p.*
3. Aubert, B. (1971). Acción climática sobre el comportamiento del banano en áreas tropicales y subtropicales. Frutas. 26(3), 175-187.
4. Augura. (2016). Solución natural para la sigatoka negra del banano. Recuperado de: *https://www.augura.com.co/diario-de-noticias/solucion-natural-para-la-sigatoka-negra-del-banano.*
5. Banrepcultural. (2020). La industria bananera y el inicio de los conflictos sociales del siglo XX. Red cultural del Banco de la República en Colombia. Recuperado de: *https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-258/la-industria-bananera-y-el-inicio-de-los-conflictos-sociales-siglo-xx.*
6. Castellanos, V. (1999). Manejo integrado de plagas en los cultivos de plátano y banano en Colombia. En: *Informe sobre el taller regional del manejo integrado de plagas en banano y plátano, relacionado en El Vigía-Venezuela 1999.* División de producción y protección vegetal de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Recuperado de: <http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/ambassadors/IPM/weeds/download/ban_ven.pdf>.
7. Castrillón, C. (2010). Insectos plagas del cultivo del plátano y banano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Últimos avances en la tecnología del cultivo del plátano en Colombia (pp 173-196). Bogotá: Corpoica.Villavicencio, Colombia: Corpoica
8. CIAT. (2013). La sigatoka negra en plátano y banano. Recuperado de: *http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/biblioteca/Black_Sigatoka_in_Plantain_and_Banana.pdf*
9. Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2010). Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. (2010). Recuperado de: <*http://wwwminhacienda gov co/portal/page/portal/HomeMinhacienda/agendalegislativa/PlanNacionaldeDesarrollo2010-0141/Plan%20Nacional%20de%20desarrollo%202010-2014pdf>.*
10. _____. (2014). Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Bogotá: DNP. Recuperado de: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Bases%20Plan%20Nacional%20de%20Desarrollo%202014-2018.pdf
11. Douglas, M. y Ronald, R. (1992). El combate de la sigatoka negra. Boletín N.º 4. Departamento de Investigaciones, 22. Corbana. 22 p.
12. Eastman, J.; Weigen, J.; Kyem, P.; Toledano, J. (1995). Raster Procedures for Multi-Criteria / Multi-Objective Decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.* Massachusetts: American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. 61(5), 539-547
13. EPPO. (2020). Eppo Global Data base. Recuperado de: < *https://gd.eppo.int/taxon/FUSACB*>.
14. FAO. (1976). Recuperado de: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/. Obtenido de http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es/.
15. FAO. (1985). Directivas:evaluación de tierras para la agricultura de regadío. Boletín de Suelos 55.
16. FAO. FAO. (2020). Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#search/Banano>
17. _____. (2020). Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/es/#search/Banano>
18. Fassbender, H. y Bornemizsa, E. (1987). Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2.ª edición. San José de Costa Rica: IICA. Recuperado de*: <http://ortoncatieaccr/repdoc/A9793e/A9793epdf>.*

19. Freshplaza. (2019). Colombia: Erradicadas 75 ha de banano por la posible presencia de "Fusarium" R4T. Recuperado de: www.freshplaza.es

20. Gómez, A. (2011). *Transformación del banano en Urabá: Experiencias pasadas, iniciativas presentes y nuevas oportunidades de industrialización.* Medellín, Colombia: Universidad EAFIT, Escuela de Administración.

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

22. ICA. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del plátano *(Musa* spp.*)*, medidas para la temporada invernal. Bogotá, Colombia: ICA.

23. ICA. (2015). Informe especial: Raza 4 tropical del mal de Panamá. Recuperado de: < *https://www.ica.gov.co/noticias/agricola/2015/informe-especial-raza-4-tropical-del-mal-de-panama.*

24. ICA. (2019). Fusarium R4T. Recuperado de <*https://www.ica.gov.co/icacomunica/pyp/fusarium-r4t*>.

25. Ideam. (2005). *Atlas Climatológico de Colombia.* Bogotá, Colombia: ideam

26. Indexbox. (2019). Banana market size, analysis – segmented by geography – growt, trends, and forecast (2019-2025). Recuperado de: <https://www.marketresearch.com/IndexBox-Marketing-Ltd-v3629/>. *https://www.marketresearch.com/search/results.asp?qtype=1&datepub=24&query=banana&categoryid=0&sortby=r&page=2.*

27. Inibap. (2000). Importance of bananas and plantains. Recuperado de: <*http://www.promusa.org/INIBAP*>.

28. Integrated Taxonomic Information System (ITIS). (2020). ITIS report. Recuperado de: <*http://www.itis.gov/*>.

29. Karamura, D.; Karamura E. and Blomme G. (2011). General morphology of Musa. En: Pillay, M; Tenkouano, A. *Banana breeding: Progress and challenges.* (pp1-20) p. N.Y., EE.UU: CRC Press.

30. Lombana, Jahir. (2011). Colombian Exporting Bananas (1995-2010): Market and Structure Developments Oriented to Small-scale Producers, Committee on Commodity Problems. Intergovernmental Group on Bananas and Tropical Fruits, Fifth Session. Yaoundé, Cameroon, 3-5.

31. Malagón, D. y Cortés, A. (1984). Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples. Bogotá, Colombia, UJTL.

32. Manzo S, G. (2013). Epidemiología y manejo del mal de Panamá *(Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense)* Raza 4 Tropical. En: XL Congreso Nacional y XV Congreso Internacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, (pp. 36-37). Huatulco, Oaxaca, México.

33. Martínez, A. (1998). *El cultivo del plátano en los Llanos Orientales. Manual instruccional.* Villavicencio, Colombia, Corpoica.

34. Martínez, E.; Fuentes, J.; Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal. Santiago de Chile. Recuperado de: *<http://wwwscielocl/scielophp?script=sci_arttext&pid=S0718-27912008000100006&lng=es&nrm=iso> ISSN 0718-2791http://dxdoiorg/104067/S0718-27912008000100006.*

35. Martínez, A. y Hoyos, L. (2012). Banano (*Musa* AAA. Simmonds). En: Almanza *et., al. Manual para el cultivo de frutales en el trópico (pp. 349-369).* Bogotá, Colombia: Editorial Produmedios.

36. Martín-López, B.; Gómez-Baggethun, E.; Montes, C. (2009). Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante. En: *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible (Cuides).* No 3. Recuperado de: <*http://wwwecomilenioes/wp-content/uploads/2010/10/Martin-et-al-2009-CUIDESpdf*>.

37. Martínez, H.; Espinal, G.; Peña, Y. (2005). La cadena del banano en Colombia:Una mirada global de su estructura y dinamica 1991-2005. Bogotá, Colombia: Minagricultura.

38. Mejía, G. y Gómez, J. (2012). Los desechos generados por la industria bananera en Colombia. En: Seminario internacional gestión ambiental de residuos sólidos y peligrosos siglo XXI. Recuperado de: <https://docplayer.es/17133325-Los-desechos-generados-por-la-industria-bananera-colombiana.html>.

39. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2018). Evas. Secretarías de Agricultura Departamentales.

40. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), IICA. (2005). Observatorio Agrocadenas. La competitividad de las cadenas agroproductivas en Colombia. Análisis de su estructura y dinámica (1991-2004). Minagricultura e IICA. 406 p.

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

42. Moore, N. Y.; Bentley, S.; Pegg, K. G.; Jones, D.R. (1995). Marchitamiento del banano ocasionado por *Fusarium*. Hoja divulgativa #5. Montpellier, Francia: INIBAP.

43. Nelson, S.; Ploetz, R.; Kay, A. (2006). *Musa* species (banana and plantain), Musaceae (banana family). Species profiles for Pacific Island Agroforestry. Recuperado de: <www.traditionaltree.org>. ver. 2.2.

44. OECD/FAO. (2019). Others products. Recuperado de: *<http://www.agri-outlook.org/>http://www.agri-outlook.org/commodities/oecd-fao-agricultural-outlook-other.pdf.*

45. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1976). A Framework for Land Evaluation. En: *Soils Bulletin 32.* Roma, Italia: FAO.

46. _____. (1985). Directivas: evaluación de tierras para la agricultura de regadío. *Boletín de Suelos 55.* Roma, Italia: FAO

47. _____. (2019). Bananos, cultivos. Recuperado de: *<http://www.fao.org/faostat/es/#search/Banano>.*

48. _____. (2020). Bananos y plátanos + total. Recuperado de*: <http://www.fao.org/faostat/es/#-search/Banano>.*

49. Orozco-Santos M. (1998). Manejo integrado de la sigatoka negra del plátano. Folleto técnico N.º 1. Campo experimental, Tecomán. Colima, México: Sagar, Inifap, Cipac.

50. Ortiz-Lozano, L.; Granados-Barba, A. y Espejel, L. (2009). Ecosystemic Zonification as a Management Tool for Marine Protected Areas in the Coastal Zone: Applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park, México. En: *Ocean & Coastal Management.* Reino Unido: Elsevier. Recuperado de: *<https://wwwresearchgatenet/publication/223320179_Ecosystemic_zonification_as_a_management_tool_for_marine_protected_areas_in_the_coastal_zone_Applications_for_the_Sistema_Arrecifal_Veracruzano_National_Park_Mexico>*

51. Ostertag, C.; Sandoval, O.; Barona, J.; Mancilla, C. (2014). An Evaluation of Fairtrade´s Impact on Smallholders and Workers in the Banana Sector in northern Colombia, Final report to the Corporation for rural business development (Coder). Recuperado de: https://www.fairtrade-deutschland.de/fileadmin/DE/mediathek/pdf/fairtrade_banana_impact_study_colombia_finalreport_en.pdf

52. Ploetz, R. C. (1985). Directivas: evaluación de tierras para la agricultura de regadío. En: *Boletín de suelos 55.* Roma: FAO.

53. _____. Ploetz, R. (2015). Fusarium wilt of banana. Phytopathology 105: 1512-1521.

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

55. Riveros A. y Lepoivre P. (1998). Inductores exógenos asociados con los mecanismos de defensa a la sigatoka negra del banano En: *Memorias primer simposio internacional sobre sigatoka negra* (pp. 126-132). Manzanillo, Colima, México.

56. _____. (2007). Land Evaluation: Towards a Revised Framework. Roma, Italia: FAO.

57. Rodiek, J. (2008). Landscape and Urban Planning Cover for 2009. *Landscape Urban Planning.* 89 (1).

58. Rossiter, D. (2009). Land evaluation: towards a revised framework; land and water discussion. Paper 6. *Geoderma.* vol. 148, 428-429. Roma: FAO.

59. Simmonds, N. (1966). Bananas.. London, K.U. Second edition. Longmans 512 p.

60. Simmonds, N. W. (1973). *Los plátanos.* Barcelona, España: Editorial Blume. 539 p.

61. Siraj, S.; Mikhailov, L. y Keane, J. (2013). PriEsT: An Interactive Decision Support Tool to Estimate Priorities from Pairwise Comparison Judgments. *International Transactions in Operational Research., 22* (2): 217-235.

62. Soto, M. (1992). Bananos, cultivo y comercialización. San José, CR.: Ministerio de Agricultura y Ganadería. 649 p.

63. Sppedding, C. R. W. (1979). *Ecología de los sistemas agrícolas.* Madrid, España: Editorial Blume.

64. Stover, H. (1998). Fusarium wilt of banana: some history and current status of the disease. En: Ploetz, R. *Fusarium* wilt of banana, (pp 1-7) p. St. Paul, Minnesota, EE. UU.: APS Press.

65. Trade statistics for intrnational business development (Trade Map). (2019). Banana report. Recuperado de: <*https://www.trademap.org/Index.aspx*>.

66. UPRA (Unidad de Planificación Rural Agroecuaria). (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional. Metodología a escala 1:100.000.* Bogotá, Colombia: Imprenta Nacional.

67. _____. (2014). Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:1000.000. Bogotá: UPRA. Recuperado de: <*http://wwwupragovco/documents/10184/13821/Zonificaci%C3%B3n+para+Plantaciones+Forestales/985d4bad-a72a-40b4-9dad-639656b295b3*>.

68. _____. (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia.* Bogotá, Colombia: UPRA

69. _____. *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a nivel nacional. Metodología a escala 1:100.000.* Bogotá, Colombia: UPRA.

70. _____. *Metodología de evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios a escala general. Actualización.* Bogotá, Colombia: UPRA.

71. Vakili, N. G. (1974). Plátano. En: *Agencia de la Oficina de Asistencia Técnica para el Desarrollo Internacional. Guía para cultivos de campo en los trópicos (pp. 215-226). Washington, EE. UU.: USAID.*

72. Varón F. (1991). Control de nematodos. En: Belalcázar, S.; Merchán, V.; Mayorga, M.; Londoño, M.; Pulido, J.; García, F.; de Polanía, I.; León, G.; Valencia, J. *Plagas y enfermedades del plátano (pp 91-106).* Bogotá, Colombia: ICA.





Fichas metodológicas de criterios y variables





Tabla de contenido

1. Fichas metodológicas del componente físico 116

1.1. Criterio condiciones climáticas 116

1.1.1. Variable temperatura 122

1.1.2. Variable índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc) 125

1.1.3 Variable meses secos consecutivos 128

1.1.4. Variable brillo solar 131

1.1.5. Variable velocidad del viento 134

1.2 Criterio disponibilidad de nutrientes 137

1.2.1. Variable acidez (pH) 146

1.2.2. Variable saturación de bases 150

1.2.3. Variable carbono orgánico 153

1.2.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC) 156

1.3 Criterio capacidad de laboreo 159

1.3.1. Variable pendiente 163

1.3.2. Variable textura 166

1.3.3. Variable pedregosidad 170

1.4 Criterio condiciones de enraizamiento 173

1.4.1 Variable profundidad efectiva 177

1.4.2 Variable textura 181

1.4.3 Variable pedregosidad 185



1.5 Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio 188
1.5.1 Variable salinidad o sodicidad 192
1.5.2 Variable saturación de aluminio 196
1.6 Criterio disponibilidad de humedad 199
1.6.1 Variable régimen de humedad 203
1.6.2 Variable textura 207
1.7 Criterio disponibilidad de oxígeno 211
1.7.1 Variable susceptibilidad a inundaciones 215
1.7.2 Variable drenaje natural 219
1.8. Criterio susceptibilidad fitosanitaria 222
1.8.1. Variable temperatura asociada Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* *226*
1.8.2. Variable precipitación asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* 230
1.8.3. Variable humedad relativa asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* *233*
1.9 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos 236

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico 242

2.1. Criterio apropiación de agua 242
2.1.1. Variable diferencia de uso consuntivo 248
2.1.2. Variable índice de uso del agua 253
2.2 Criterio integridad ecológica 257
2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) 262
2.2.2 Variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica 271
2.2.3 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES) 274



2.3. Criterio variación del contenido estimado de carbono 284
2.3.1. Variable variación del contenido estimado de carbono 289
2.4. Criterio cambio de cobertura 302
2.4.1. Variable cobertura de la tierra 315
3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico 326
3.1 Criterio infraestructura y logística 326
3.1.1. Variable cercanía a puertos marítimos 330
3.1.2. Variable cercanía a centros de servicios 334
3.1.3. Variable existencia de cultivos 337
3.1.4. Variable distritos de riesgo y drenaje 340
3.1.5 Variable energía eléctrica 343
3.2 Criterio asociatividad e institucionalidad 357
3.2.1. Variable cercanía a comercializadoras y cooperativas 361
3.2.2 Variable cercanía al gremio 364
3.2.3. Variable cercanía al ICA 367
3.2.4. Variable cercanía a Agrosavia 370
3.3. Criterio disponibilidad de mano de obra 373
3.3.1 Variable densidad de la población rural en edad de trabajar/km^2 377
3.3.2. Variable oferta educativa técnica y técnológica 383
3.3.3. Variable oferta educativa universitaria 387
3.4. Criterio indicadores económicos 391
3.4.1 Variable créditos otorgados 395



3.4.2. Variable seguros agrícolas 401

3.4.3. Variable valor agregado agrícola municipal 404

3.4.4. Variable zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC) 409

3.4.5 Variable desempeño municipal 412

3.5. Criterio dinámica del mercado de tierras 422

3.5.1. Variable tamaño predial 425

3.5.2. Variable tendencia a la formalidad 430

3.5.3 Variable avalúo catastral rural 436

3.6. Criterio seguridad ciudadana 441

3.6.1 Variable extorsiones rurales 446

3.6.2 Variable hurtos rurales 451

3.6.3. Variable homicidios rurales 456

3.6.4. Variable secuestros rurales 461

3.7. Criterio condiciones de vida 466

3.7.1. Variable índice de pobreza multidimensional (IPM) 471

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales 476

4.1. Criterio exclusiones legales 476

4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 482

4.1.2. Variable áreas protegidas 485

4.1.3. Otras áreas protegidas locales 488

4.1.4. Variable áreas urbanas 490

4.1.5. Variable parques arqueológicos 493



4.1.6. Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, tipo A 496

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales 499

5.1. Criterio condicionantes legales 499

5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical) 502

5.1.2. Variable áreas protegidas 506

5.1.3. Otras áreas protegidas locales 510

5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2a de 1959, tipo B y C 512

5.1.5. Variable distinciones internacionales 515

5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social 518

1. Fichas metodológicas del componente físico

1.1. Criterio condiciones climáticas

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Temperatura, expresada en °C/año.
- Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc), expresado como IDH.
- Meses secos consecutivos, expresados como número de meses consecutivos.
- Brillo solar, expresado en horas sol/día/año.
- Velocidad del viento, expresada en m/seg/año.

DEFINICIÓN

Conjunto de elementos climáticos o propiedades del sistema climático (definidas como variables) que interactúan entre sí en las capas inferiores de la atmósfera, lo cual afecta directamente la fisiología de las plantas (FAO, 1976; UPRA, 2013).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La interacción de los elementos y factores climáticos con las plantaciones de banano incide directamente en su fisiología, especialmente cuando el cultivo está a plena exposición solar; en estas condiciones la planta acelera su metabolismo y acorta su ciclo biológico. Cuando se cambian las condiciones climáticas aumentando la latitud, la longitud y el sombreado se alarga el ciclo biológico de las plantas (Soto, 1992).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Debido al escaso cubrimiento de estaciones meteorológicas que registran los diferentes parámetros del clima, como por ejemplo la evapotranspiración de referencia y el viento, se generan inconvenientes para conocer con más detalle su distribución espacial en algunas regiones productoras de banano en el país.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las condiciones climáticas se determinan a partir de un árbol de decisión, donde se integra la información base de las unidades térmicas, insolación, vientos e índice de disponibilidad de humedad del cultivo, las cuales se toman de la distribución de la temperatura, brillo solar, velocidad del viento y base de datos de precipitación y de evapotranspiración de referencia para el periodo comprendido entre 1981 y 2010. (Ideam 2014).

A partir de esta información se realiza un ejercicio de integración de los elementos del clima, teniendo en cuenta que los criterios pueden ser de dos tipos: factores para los cuales se definen los niveles de aptitud o restricciones (que para este caso se consideran de carácter técnico, normativo o técnico-normativo), donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas.

Con base en lo anterior, se definen los criterios y variables, sobre los cuales se establecen las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud, para soportar adecuadamente el cultivo de banano, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud, con base en la comparación de rangos, a través de un árbol de decisión, así:

Árbol de decisión

Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Meses secos consecutivos	Distritos de riego	Aptitud
A1	A1	Sin distrito	**A1**
	A2	Sin distrito	**A1**
	A3	Sin distrito	**A2**
A2	A1	Sin distrito	**A1**
	A2	Sin distrito	**A2**
	A3	Sin distrito	**A2**
A3	A1	Sin distrito	**A2**
	A2	Sin distrito	**A3**
	A3	Sin distrito	**A3**
N1	Cualquiera	Sin distrito	**N1**
Cualquiera	Cualquiera	Con distrito	**A1**

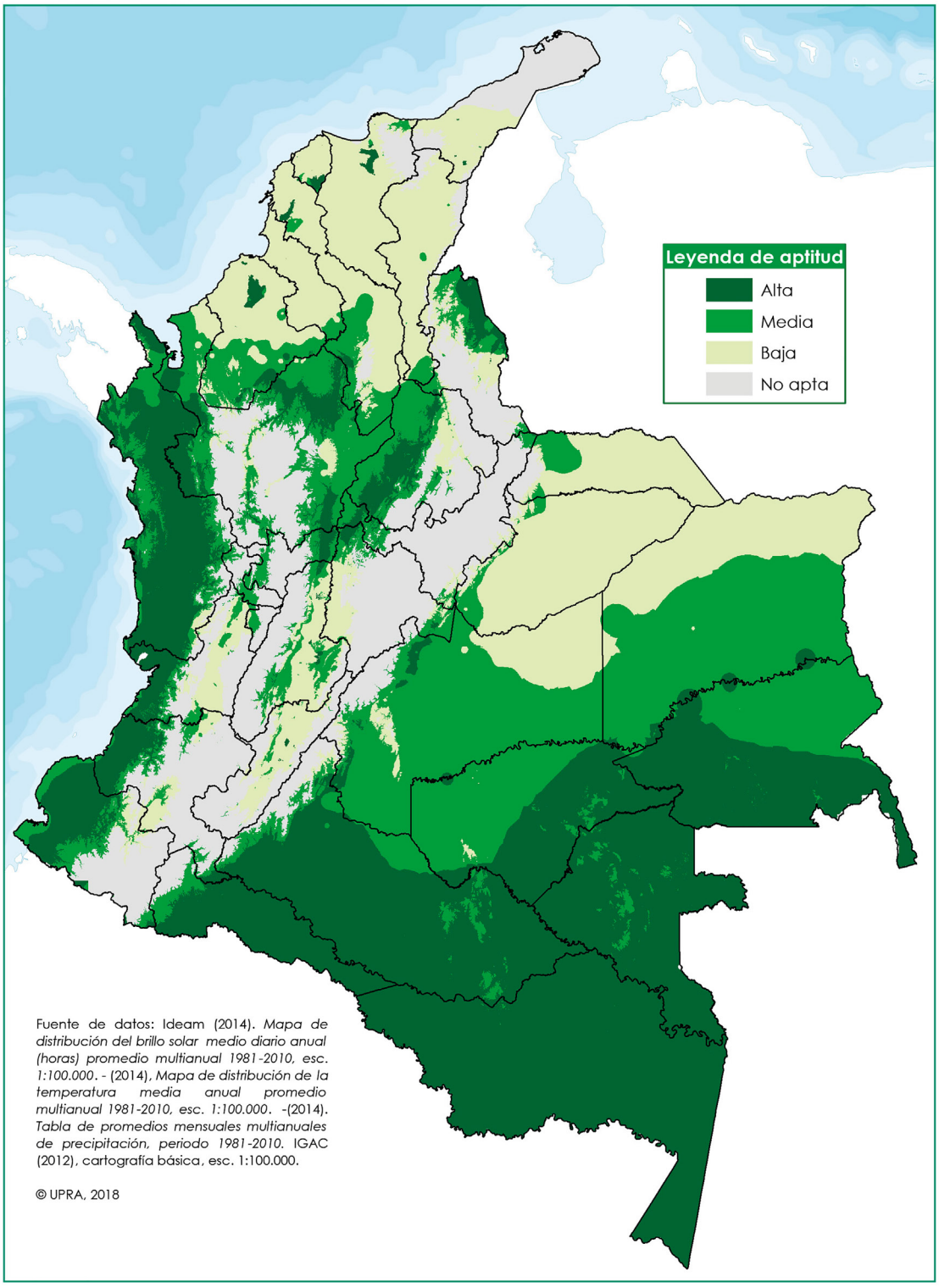
Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Temperatura	Brillo solar	Velocidad del viento	Aptitud
A1	A1	A1	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A2	A1	A1
			A2	A1
			A3	A1
		A3	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		N1	Cualquier	N1
	A2	A1	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A2	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		N1	Cualquier	N1
	A3	A1	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A2	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		N1	Cualquier	N1

Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Temperatura	Brillo solar	Velocidad del viento	Aptitud
A2	A1	A1	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A2	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		N1	Cualquier	N1
	A2	A1	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A2	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A3	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		N1	Cualquier	N1
	A3	A1	A1	A2
			A2	A2
			A3	A2
		A2	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A3	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		N1	Cualquier	N1

Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Temperatura	Brillo solar	Velocidad del viento	Aptitud
A3	A1	A1	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A2	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A3	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		N1	Cualquier	N1
	A2	A1	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A2	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A3	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		N1	Cualquier	N1
	A3	A1	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A2	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		A3	A1	A3
			A2	A3
			A3	A3
		N1	Cualquier	N1
N1	Cualquier	Cualquier	Cualquier	Cualquier	N1

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas) promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* - (2014), *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* -(2014). *Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2018

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Barragán, Q., Sarasty, J. (1992). *Banano: Técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización.* Costa Rica.
- Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos.* México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- FAO. (1976). *A. Framework for Land Evaluation.* En Soils Bulletin 32. Roma: FAO.
- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, período 1981-2010. Bogotá: Ideam.*
- *IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Soto, M. (1992). *Bananos, cultivo y comercialización.* San José (CRI). 649 p.

1.1.1. Variable temperatura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO**		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: temperatura	**UNIDAD DE MEDIDA:** °C/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados/año (Ideam, 2005).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Los procesos de desarrollo y crecimiento del banano, requieren temperaturas relativamente altas ya que las bajas causan lentitud en el desarrollo, además de daños en la fruta (Vakili, 1974).

Para la zonificación de aptitud, conocer la distribución espacial de este elemento del clima es fundamental, ya que es la base para establecer áreas con condiciones térmicas diferenciales; esto permite establecer zonas con aptitud alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apta (N1) para el cultivo de banano.

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

Para el establecimiento y desarrollo del cultivo de banano se consideran las zonas no aptas (N1), aquellas que estén por debajo de 21 °C/año.

Temperatura (°C/año)	Aptitud
25-28	Alta (A1)
24-25 y > 28	Media (A2)
21-24	Baja (A3)
< 21	No apta (N1)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada de la información térmica de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, la cual se tiene solo hasta 2010; en consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición térmica actual del país.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se utilizaron las unidades térmicas medias tomadas del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.

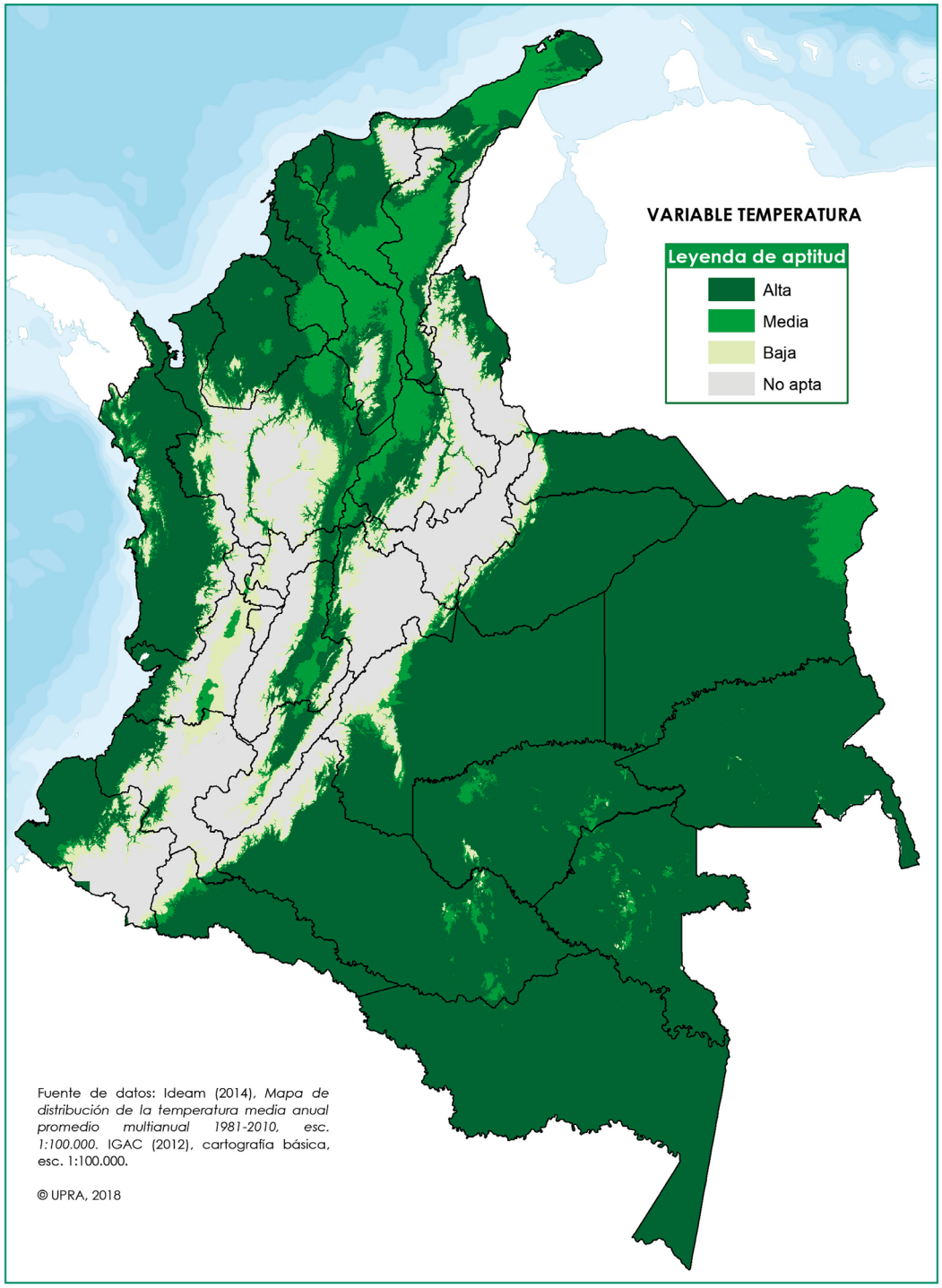
Se realiza un ejercicio de delimitación espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.



Unidad de análisis	Distribución de la temperatura en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



Fuente de datos: Ideam (2014), *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2018

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam (2005). *Atlas climatológico de Colombia.* Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Vakili, N.G. 1974. *Plátano.* En Guía para cultivos de campo en los trópicos. Washington, Agencia de la Oficina de Asistencia Técnica para el Desarrollo Internacional. pp. 215-226.

1.1.2. Variable índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN COMPONENTE: FÍSICO	
SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	UNIDAD DE MEDIDA: adimensional	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el indicador de la medida de déficit y excesos hídrico en función de la relación del desarrollo de los cultivos (Campos, 2005).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La planta de banano requiere de una gran disponibilidad de humedad para la obtención de cosechas económicamente rentables, por lo que se considera siempre satisfacer las necesidades hídricas del cultivo (Tai, 1977).

Para la zonificación, conocer la distribución espacial anual de la humedad en las zonas bananeras es fundamental, ya que es la base para identificar áreas con humedades diferenciales que permite establecer las zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3) y no apta, para el cultivo de banano, de acuerdo con los requerimientos hídricos o uso consuntivo.

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

Se estableció como valor de exclusión (N1), menos de 0,4 de IDHc que ocasiona estrés hídrico.

Índice de disponibilidad de humedad del cultivo (IDHc)	Aptitud
>0,92	Alta (A1)
0,75-0,92	Media (A2)
0,4-0,75	Baja (A3)
< 0,4	No apta (N1)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada y normalizada de la información pluviométrica y de evapotranspiración de referencia de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo cuenta con información hasta 2010.

En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición pluviométrica actual del país.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se partió de la base de datos de precipitación (P) y de evapotranspiración de referencia (ETo) del Ideam, a escala 1:100.000 de una serie histórica de 1981 al 2010.

El IDH se calculó en función de la siguiente ecuación:

IDHc = P/ETc

Donde:

P = precipitación.

ETc = evapotranspiración del cultivo

Por su parte, la evapotranspiración del cultivo (ETc) es:

ETc = Kc + ETo

Donde:

Kc = coeficiente hídrico del cultivo de banano (1,2).

ETo = evapotranspiración de referencia.

Teniendo en cuenta que las cantidades de precipitación y evapotranspiración varían cada año en cualquier región de Colombia, los resultados del IDHc se ajustaron con los meses secos consecutivos (MSC), calculados a partir de la humedad mínima permisible (HMP) de cada cultivo. Para banano se tomó como 0,75 el HMP. Igualmente, a este proceso se le agregó los distritos de riego.

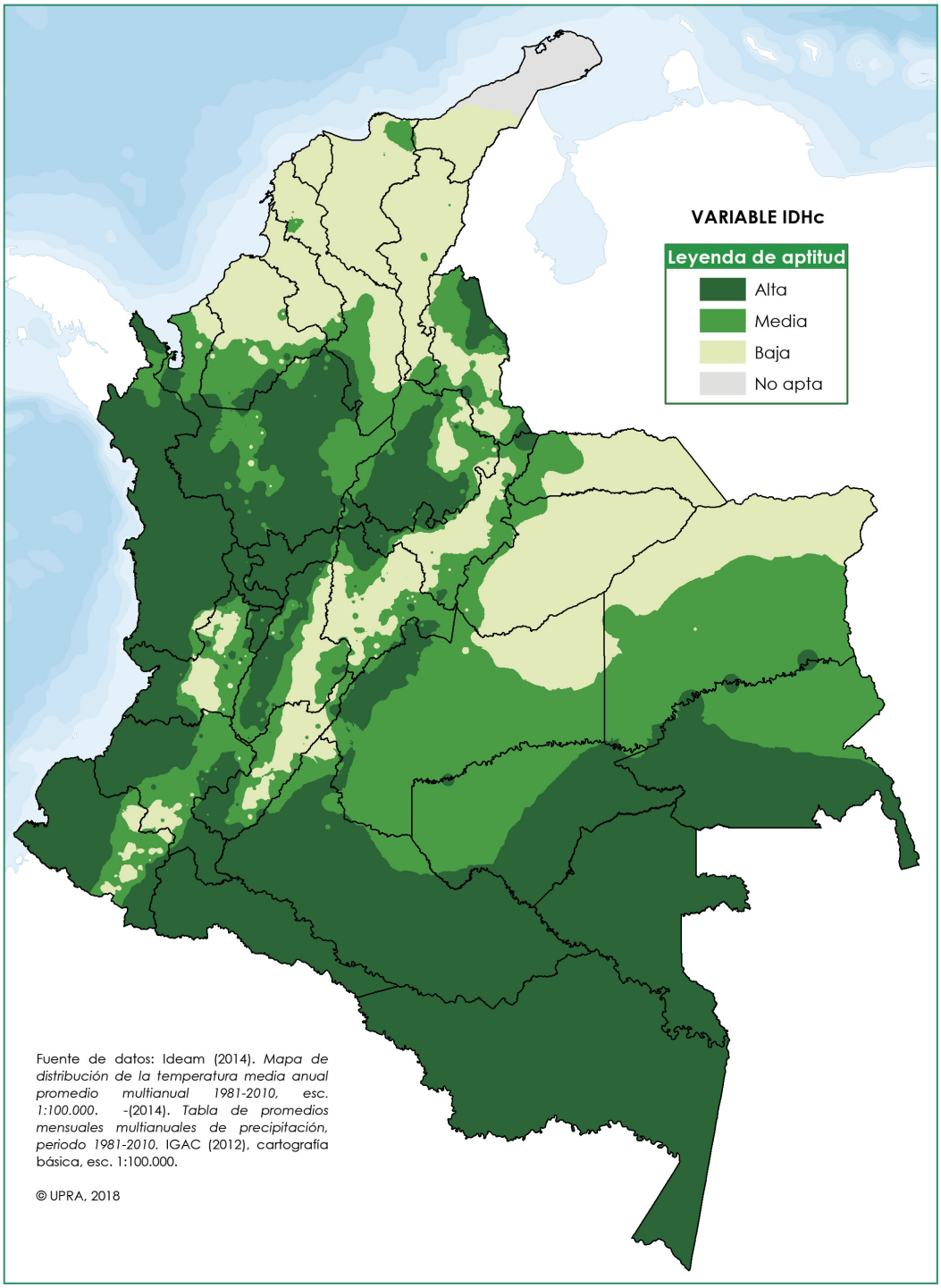
Se realizó un ejercicio de delimitación espacial del IDH, del cultivo, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000.* -(2014). *Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2018

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Campos, D. (2005). *Agroclimatología cuantitativa de cultivos.* México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Ideam. (2014). *Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, período* 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Tai, E. A. (1977). *Banana.* In Ecophysiology of tropical crops. P. de T. Alvim; T. T. Kozlowski (eds.). New York: Academicpress.

1.1.3 Variable meses secos consecutivos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: meses secos consecutivos	**UNIDAD DE MEDIDA:** número de meses consecutivos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la cantidad de meses consecutivos al año considerados secos. Un mes seco corresponde al mes con el contenido de humedad menor al agotamiento (0,75).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Cuando la distribución de la humedad en las zonas de producción no satisface ni en cantidad ni en oportunidad los requerimientos del cultivo, el agua adquiere su verdadero valor de insumo y aparece la necesidad de su manejo en forma eficiente (Caicedo, 2001).

Para la zonificación, conocer la distribución espacial anual de la humedad en las zonas bananeras es fundamental, ya que es la base para identificar áreas húmedas diferenciales que permite establecer las zonas con aptitudes alta (A1), media (A2), baja (A3), y no apta (N1), para el cultivo de banano, de acuerdo con los requerimientos hídricos o uso consuntivo.

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

No se estableció valor de exclusión (N1).

Meses secos consecutivos	Aptitud
≤ 2	A1
3	A2
≥ 4	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada y normalizada de la información pluviométrica y de evapotranspiración de referencia de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo cuenta con información hasta el 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual no refleja la condición pluviométrica actual del país.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

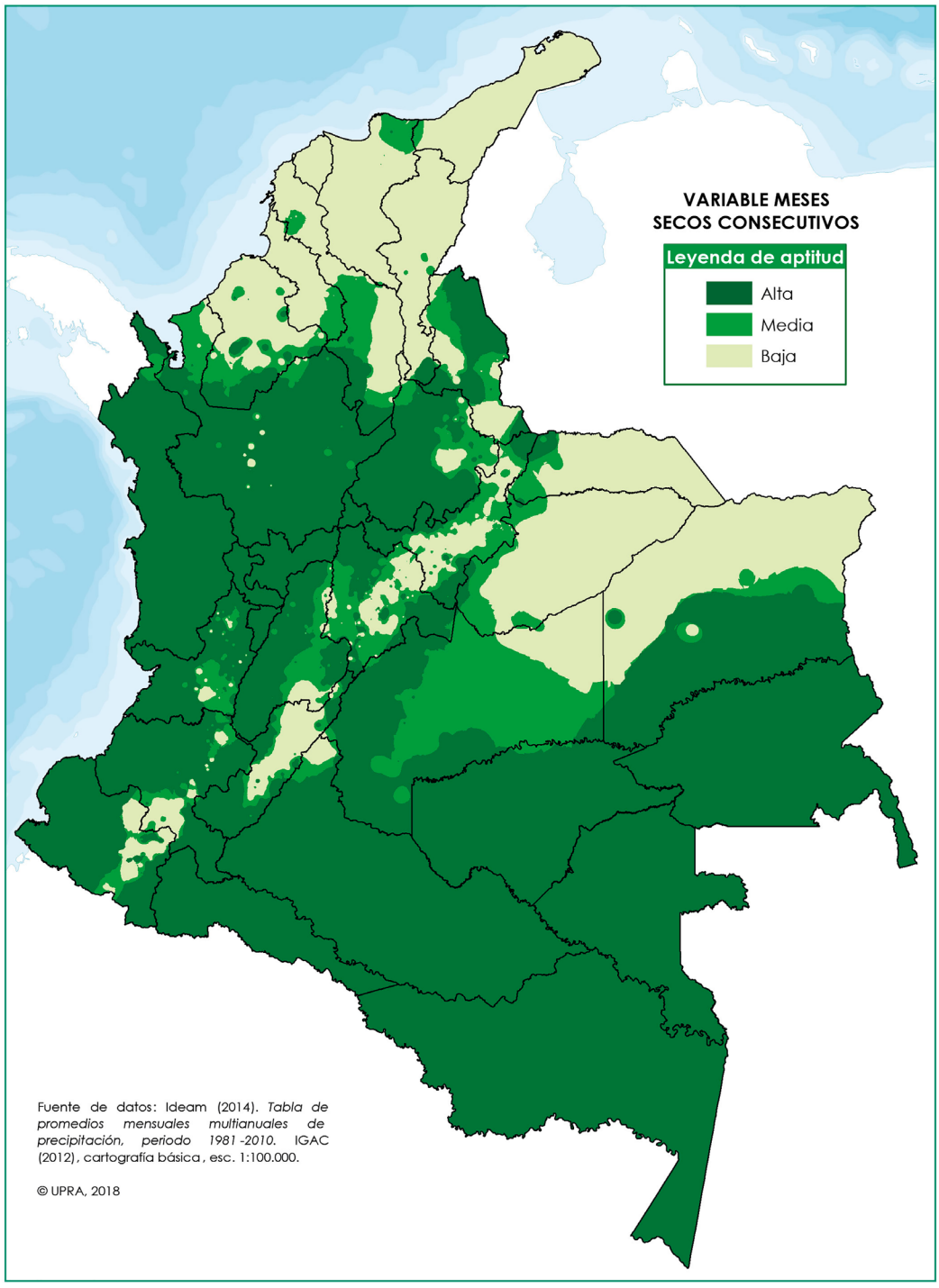
La información utilizada de base para las unidades de meses secos consecutivos se tomó de la base de datos del índice de disponibilidad de humedad (IDH), calculado para las diferentes zonificaciones de las cadenas productivas a escala 1:100.000, la cual se basa en una serie histórica de 1981 a 2010.

A partir de la base de datos del IDH, se seleccionaron aquellos meses que registran un IDH igual o superior a 0,75. Con base en lo anterior se realizó un ejercicio de delimitación espacial de los meses secos, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis	Distribución de meses secos consecutivos en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Caicedo, E.; Echeverry N.; Gómez L. E. y González R. (2001). La Revista Internacional sobre Banano et Plátano. Francia. Recuperado de http://www.bioversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Infomusa_La_reista_internacional_sobre_bananos_y_pl%c3%a1tanos_959.pdf
- Campos, D. (2005). Agroclimatología cuantitativa de cultivos. México: Trillas. Recuperado de: < http://www.cenicana.org/investigacion/seica/Compiladolibros2016/Agroclimatologia_cuantitativa_cultivos.pdf>.
- Ideam. (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación y evapotranspiración de referencia, período 1981-2010. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.1.4. Variable brillo solar

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
VARIABLE: brillo solar	**UNIDAD DE MEDIDA:** horas sol/día/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre, se denomina brillo solar o insolación (Ideam, 2014).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

El ciclo vegetativo disminuye bajo condiciones de poca luz. La actividad fotosintética aumenta en condiciones de brillo solar moderado y es más lenta cuando tiene alta luminosidad (Chang, 1968).

La variable es importante para la zonificación ya que su representación espacial permite establecer la distribución de la insolación con aptitud alta (A1), media (A2) y baja (A3) para el cultivo de banano.

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

No hay valor de exclusión para la variable.

Brillo solar (horas sol/día/año)	Aptitud
> 5	Alta
4-5	Media
< 4	Baja

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada de la información de brillo solar de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene normalizada dispone de información hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición de insolación actual del país.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información utilizada de base para las unidades de brillo solar se toma del mapa de isohelias anuales elaborado por el Ideam (2014), a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1981 a 2010.

Se realiza un ejercicio de delimitación espacial del brillo solar, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico. La actividad fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

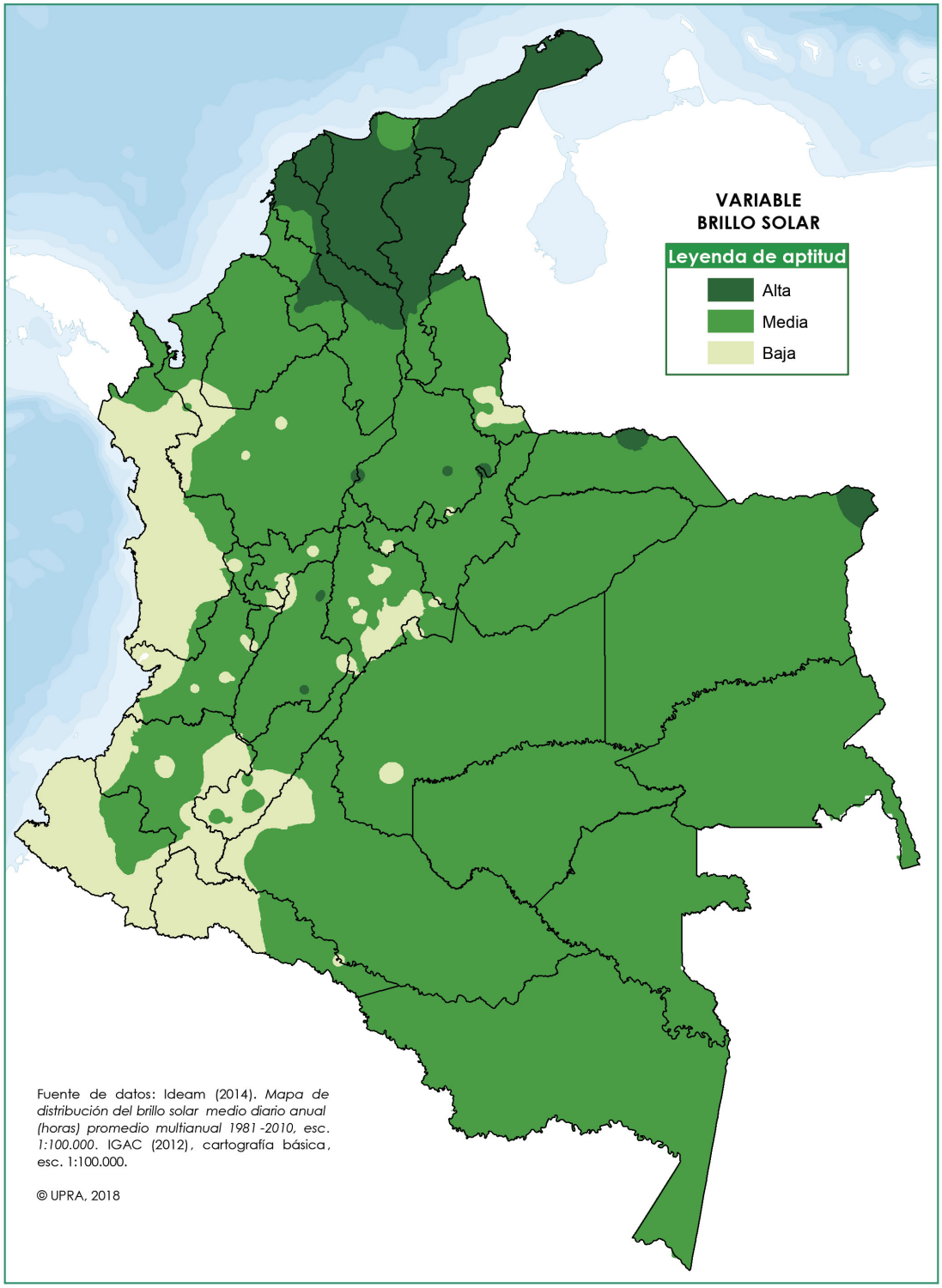
Unidad de análisis	Distribución del brillo solar en el territorio nacional



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

FUENTES DE INFORMACIÓN

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas) promedio multianual 1981-2010, esc. 1:100.000*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2018

- Chang. (1968). Climate and agriculture. Chicago.
- Ideam. (2014). Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.1.5. Variable velocidad del viento

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS	
VARIABLE: velocidad media del viento anual	**UNIDAD DE MEDIDA:** m/seg/año

TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	**√**
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el movimiento natural del aire, causado por las diferencias de presión que se desarrollan por el calentamiento radiactivo diferencial de la superficie terrestre. (Ideam, 2017).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta produce distorsiones en el sistema foliar con reducción en la producción de fruta; cuando las velocidades son altas, la planta se volca por "desraizamiento" o ruptura del pseudotallo (Tai, 1977).

Se hace importante para la zonificación ya que su representación espacial, permite establecer la distribución de los vientos con aptitud alta, aptitud media y aptitud baja para el cultivo de banano.

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

No hay valor de exclusión para la variable.

Velocidad del viento (m/seg/año)	Aptitud
< 3,3	Alta
3,3-7,9	Media
>7,9	Baja

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Disponer de una base de datos actualizada de la información de velocidad media del viento de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene normalizada solo cuenta con información hasta el 2010. En consecuencia, el análisis espacial anual, no refleja la condición de la velocidad del viento actual del país

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

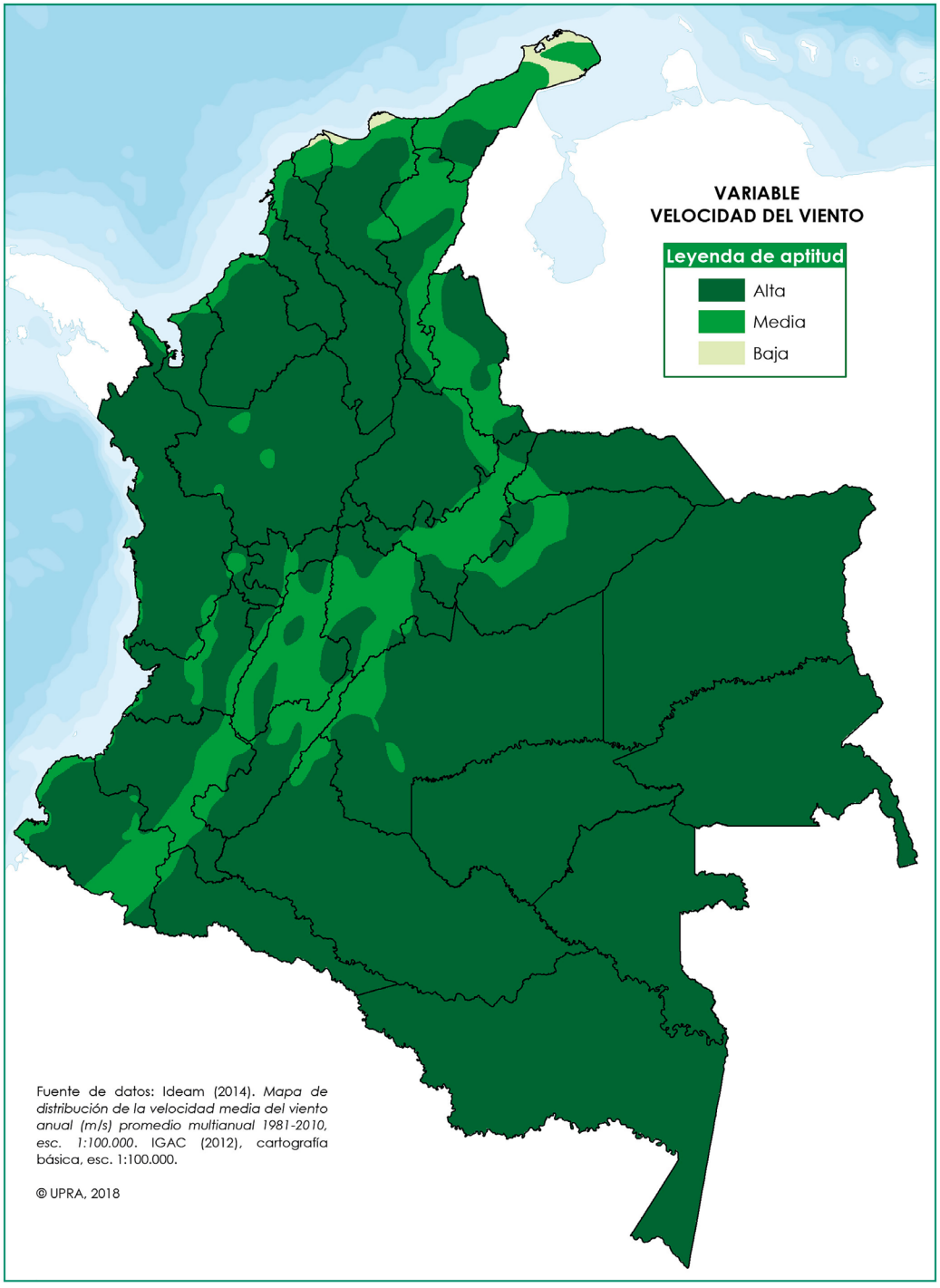
La información utilizada de base para las unidades de velocidad media del viento se tomó del mapa de isotacas anuales elaborado por el Ideam (2014), a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1981 a 2010.

Se realiza un ejercicio de delimitación espacial de la velocidad media del viento, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico. La actividad fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.



Unidad de análisis	Distribución de la velocidad del viento en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2014). *Mapa distribución de la velocidad media del viento anual (m/seg), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2017) *Atlas de vientos de Colombia.* Bogotá.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Tai, E. A. 1977. *Banana.* In: Ecophysiology of tropical crops. P. de T. Alvim; T. T. Kozlowski (eds.). New York: Academicpress.

1.2 Criterio disponibilidad de nutrientes

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Acidez (pH), expresada como pH.
- Saturación de bases, expresada en porcentaje (%).
- Carbono orgánico, expresado en porcentaje (%).
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC), expresada en cmol/kg de suelo.

DEFINICIÓN

Es la cualidad de un suelo que le permite proporcionar compuestos en cantidades adecuadas y en un balance apropiado para el crecimiento de plantas específicas, cuando otros factores de crecimiento como por ejemplo la luz, la humedad, la temperatura y la condición física del suelo son favorables (USDA, 1961).

Considera las relaciones químicas en la zona radicular del suelo, de cara a las posibilidades de absorción de nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. Estas relaciones, según las características de las unidades de tierra a escala 1:100.000, están en función de la acidez o pH, de la capacidad de intercambio catiónico, de la saturación de bases y del contenido de carbono orgánico (FAO, 1976).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Este criterio contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes y está relacionado directamente con los contenidos en el suelo, de los elementos mayores, secundarios y menores, esenciales para el desarrollo de los frutos.

En la medida en que los suelos tengan mayores contenidos de nutrientes, es decir, que la saturación de bases sea alta y esté acompañada de capacidad de intercambio catiónico alta y el pH adecuado, las plantas tienen la posibilidad de obtener los nutrientes del suelo en forma fácil y oportuna, esto se verá reflejado en el buen desarrollo y adecuada fructificación.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No se consideran rangos no aptos (N1), ya que, desde el punto de vista químico, se pueden mejorar las condiciones del suelo, aunque esto eleva los costos de producción del cultivo tecnificado de banano.

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 diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.

En los análisis de los estudios generales de suelos se encuentran solamente los contenidos de los elementos mayores y las variables que son responsables de su almacenamiento, como la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, y el pH como factor que determina la disponibilidad de cada uno de los elementos.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se extractaron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación que se consideró en cada una de las variables es:

Acidez (pH)	Aptitud
5,6-6,5	Alta (A1)
6,5-7,5	Media (A2)
< 5,6; > 7,5	Baja (A3)

Saturación de bases (%)	Aptitud
≥ 75	Alta (A1)
50-75	Media (A2)
< 50	Baja (A3)

Carbono orgánico (%)	Aptitud
1,7-7,6; andisoles 1,7-7,6	Alta (A1)
0,5-1,7; andisoles >7,6	Media (A2)
< 0,5; > 7,6; histosoles	Baja (A3)

CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
≥ 20	Alta (A1)
10-20	Media (A2)
< 10	Baja (A3)

Los suelos andisoles tienen calificación diferente, ya que, en condiciones naturales, tienen altos contenidos de carbono orgánico, al igual que los histosoles.

Los rangos de aptitud de cada una de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para discriminar los diferentes niveles de aptitud, se construyó una tabla de ponderación mediante la asignación porcentual a cada una de las variables que conforman el criterio de acuerdo con la limitación que cada una de las variables representan en el desarrollo del cultivo (acidez 30%; saturación de bases 40%, CIC, 20% y carbono orgánico, 10%).

Árbol de decisión del criterio

Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad intercambio catiónico	Carbono orgánico	Acidez (pH) 30%	Saturación de bases 40%	Capacidad intercambio catiónico 20%	Carbono orgánico 10%	Valor	Aptitud
5,6-6,5	≥ 75	≥ 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	3	3	3	3	**A1**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	3	3	2	2,9	**A1**
			<0,5; >7,6; Histosoles	3	3	3	1	2,8	**A1**
		10 - 20	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	3	2	3	2,8	**A1**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	3	2	2	2,7	**A1**
			<0,5; >7,6 Histosoles	3	3	2	1	2,6	**A1**
		< 10	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	3	1	3	2,6	**A1**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	3	1	2	2,5	**A1**
			<0,5; >7,6 Histosoles	3	3	1	1	2,4	**A2**
	50-75	≥ 20	1,7 - 7,6 Andisoles 1,7-7,6	3	2	3	3	2,6	**A1**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	2	3	2	2,5	**A1**
			<0,5; >7,6 Histosoles	3	2	3	1	2,4	**A2**
		10-20	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	2	2	3	2,4	**A2**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	2	2	2	2,3	**A2**
			<0,5; >7,6 Histosoles	3	2	2	1	2,2	**A2**

Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad intercambio catiónico	Carbono orgánico	Acidez (pH) 30%	Saturación de bases 40%	Capacidad intercambio catiónico 20%	Carbono orgánico 10%	Valor	Aptitud
5,6-6,5	10-20	< 10	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	2	1	3	2,2	**A2**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	2	1	2	2,1	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	3	2	1	1	2	**A2**
	< 50	≥ 20	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	1	3	3	2,2	**A2**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	1	3	2	2,1	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	3	1	3	1	2	**A2**
		10-20	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	1	2	3	2	**A2**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	1	2	2	1,9	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	3	1	2	1	1,8	**A3**
		< 10	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	3	1	1	3	1,8	**A3**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	3	1	1	2	1,7	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	3	1	1	1	1,6	**A3**
6,5-7,5	≥ 75	≥ 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	3	3	3	2,7	**A1**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	3	3	2	2,6	**A1**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	3	3	1	2,5	**A1**
		10 - 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	3	2	3	2,5	**A1**

Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad intercambio catiónico	Carbono orgánico	Acidez (pH) 30%	Saturación de bases 40%	Capacidad intercambio catiónico 20%	Carbono orgánico 10%	Valor	Aptitud
6,5-7,5	≥ 75	10 - 20	0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	3	2	2	2,4	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	3	2	1	2,3	**A2**
		< 10	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	3	1	3	2,3	**A2**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	2	3	1	2	2,2	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	3	1	1	2,1	**A2**
	50-75	≥ 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	2	3	3	2,3	**A2**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	2	3	2	2,2	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	2	3	1	2,1	**A2**
		10-20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	2	2	3	2,1	**A2**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	2	2	2	2	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	2	2	1	1,9	**A3**
		< 10	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	2	1	3	1,9	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	2	1	2	1,8	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	2	1	1	1,7	**A3**

Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad intercambio catiónico	Carbono orgánico	Acidez (pH) 30%	Saturación de bases 40%	Capacidad intercambio catiónico 20%	Carbono orgánico 10%	Valor	Aptitud
6,5-7,5	< 50	≥ 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	1	3	3	1,9	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	1	3	2	1,8	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	1	3	1	1,7	**A3**
		10 - 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	1	2	3	1,7	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	1	2	2	1,6	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	1	2	1	1,5	**A3**
		< 10	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	2	1	1	3	1,5	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	2	1	1	2	1,4	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	2	1	1	1	1,3	**A3**
< 5,5; > 7,5	≥ 75	≥ 20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	3	3	3	2,4	**A2**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	3	3	2	2,3	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	3	3	1	2,2	**A2**

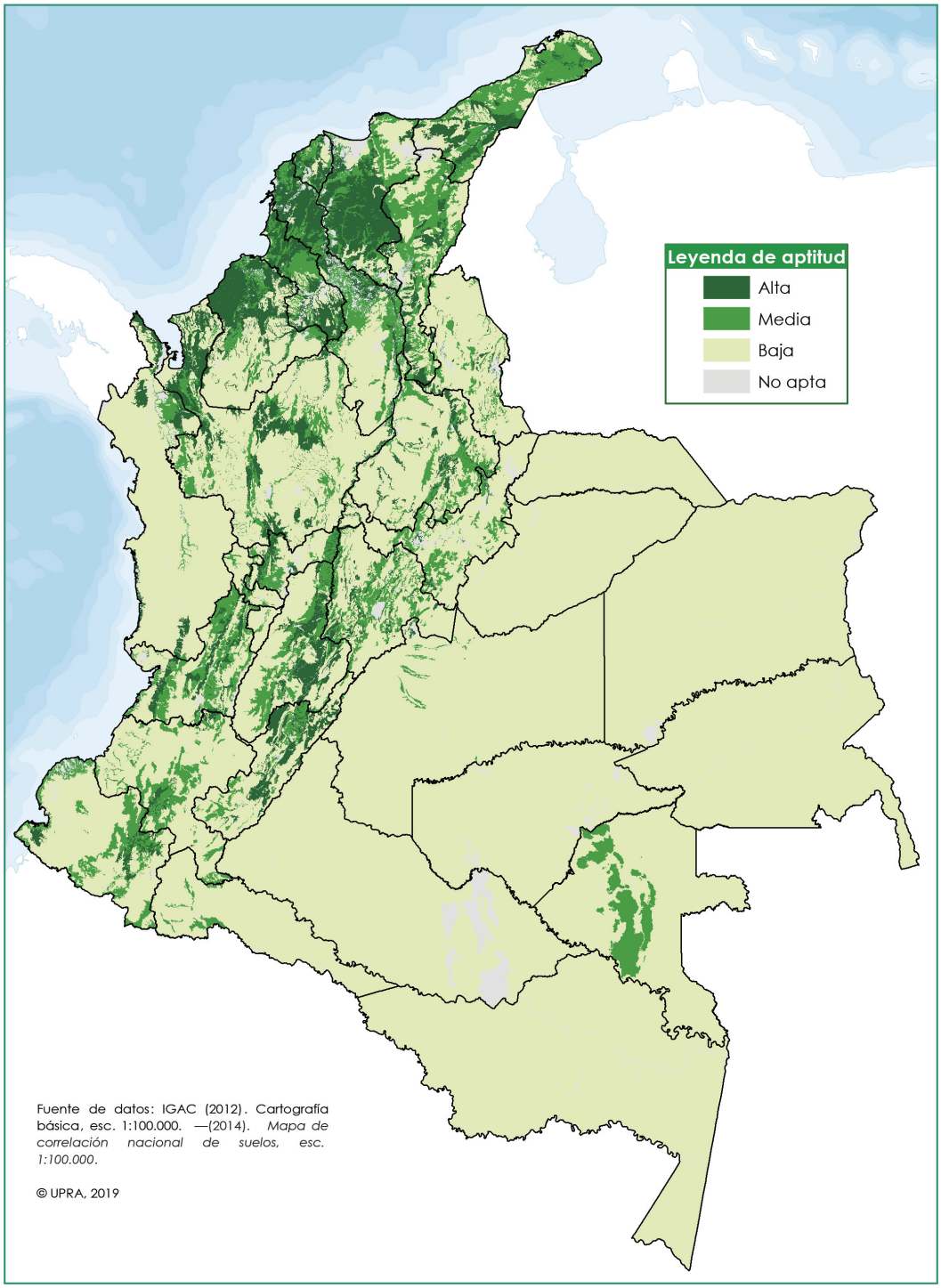
Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad intercambio catiónico	Carbono orgánico	Acidez (pH) 30%	Saturación de bases 40%	Capacidad intercambio catiónico 20%	Carbono orgánico 10%	Valor	Aptitud
< 5,5; > 7,5	≥ 75	10-20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	3	2	3	2,2	**A2**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	3	2	2	2,1	**A2**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	3	2	1	2	**A2**
		< 10	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	3	1	3	2	**A2**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	3	1	2	1,9	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	3	1	1	1,8	**A3**
	50-75	≥ 20	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	2	3	3	2	**A2**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	2	3	2	1,9	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	2	3	1	1,8	**A3**
		10-20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	2	2	3	1,8	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	2	2	2	1,7	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	2	2	1	1,6	**A3**

Acidez (pH)	Saturación de bases	Capacidad intercambio catiónico	Carbono orgánico	Acidez (pH) 30%	Saturación de bases 40%	Capacidad intercambio catiónico 20%	Carbono orgánico 10%	Valor	Aptitud
< 5,5; > 7,5	50-75	< 10	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	2	1	3	1,6	**A3**
			0,5 - 1,7; Andisoles >7,6	1	2	1	2	1,5	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	2	1	1	1,4	**A3**
	< 50	≥ 20	1,7 - 7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	1	3	3	1,6	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	1	3	2	1,5	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	1	3	1	1,4	**A3**
		10-20	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	1	2	3	1,4	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	1	2	2	1,3	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	1	2	1	1,2	**A3**
		< 10	1,7-7,6; Andisoles 1,7-7,6	1	1	1	3	1,2	**A3**
			0,5-1,7; Andisoles >7,6	1	1	1	2	1,1	**A3**
			<0,5; >7,6; Histosoles	1	1	1	1	1	**A3**

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (1976). A Framework for Land Evaluation. En: Soils Bulletin 32. Roma: FAO.
- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.2.1. Variable acidez (pH)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: acidez (pH)	**UNIDAD DE MEDIDA:** pH	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

pH: este término fue introducido por Sörensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H+ (αH+) como una función logarítmica, es decir, es el logaritmo negativo de la actividad de iones H+ en la solución o suspensión del suelo (Garavito 1974).

El pH puede definirse como:

$$pH = \log \frac{1}{\log (\propto H^+)} = -\log \propto H^+ = -\log (\propto H^+)$$

Acidez: un suelo ácido es aquel que tiene una concentración de iones H+ mayor de 10-7, o lo que es lo mismo, un pH menor de 7. Sin embargo, la acidez del suelo como limitante para el desarrollo de las plantas, por su influencia sobre la disponibilidad de nutrientes y concentración de sustancias tóxicas, solo adquiere importancia cuando el pH es menor de 5,5. Esto ha sido demostrado por muchos investigadores (Garavito, 1974).

El IGAC (2010), en el manual codificado de reconocimiento de suelos, clasifica el pH de la siguiente manera:

Rangos de pH

pH	Clase
< 3,5	Ultraácido
3,5-4,4	Extremadamente ácido
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido
5,1-5,5	Fuertemente ácido
5,6-6,0	Moderadamente ácido
6,1-6,5	Ligeramente ácido
6,6-7,3	Neutro
7,4-7,8	Ligeramente alcalino
7,9-8,4	Moderadamente alcalino
8,5-9,0	Fuertemente alcalino
> 9,0	Muy fuertemente alcalino

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

El pH es una de las propiedades más importantes de los suelos; de él depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas, ya sea porque determina su solubilidad o porque controla la clase y tipo de actividad microbiológica y, por lo tanto, la mineralización de la materia orgánica. También tiene efecto directo sobre la concentración de iones y sustancias tóxicas, la CIC de suelos y raíces, enfermedades de las plantas y otras propiedades importantes (Garavito, 1974).

El pH del suelo tiene una importancia determinante para la disponibilidad de los iones nutritivos, lo cual incide directamente en el crecimiento vegetal porque afecta principalmente:

- La disponibilidad de los nutrientes. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes y su permanencia en formas no disponibles para las plantas.
- El proceso fisiológico de absorción de nutrientes por parte de las raíces. Todas las especies vegetales presentan rangos característicos de pH en los que su absorción es ideal; fuera de ellos, la absorción radicular se dificulta y si los valores de pH son extremos, puede verse deteriorado el sistema radical o presentarse toxicidades debidas a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (aluminio).
- La actividad microbiana, indispensable en la transformación de elementos que se presentan en formas no asimilables hacia otras que sí lo son.

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

No se consideraron rangos no aptos (N1) para el cultivo tecnificado de banano, puesto que los valores extremos pueden corregirse mediante el uso de enmiendas, aunque esto representa incrementar los costos de producción.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en la escala 1:100.000 son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; significa que dentro de la misma existen áreas de diversos tamaños que tienen pH distinto al componente calificado, por lo tanto, niveles diferentes de aptitud.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Los valores de pH se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos de calificación de esta variable se realizaron a partir de los datos de laboratorio que aparecen en el perfil modal del mayor componente de la unidad cartográfica.

Acidez (pH)	Aptitud
5,6-6,5	Alta (A1)
6,5-7,5	Media (A2)
< 5,6; > 7,5	Baja (A3)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

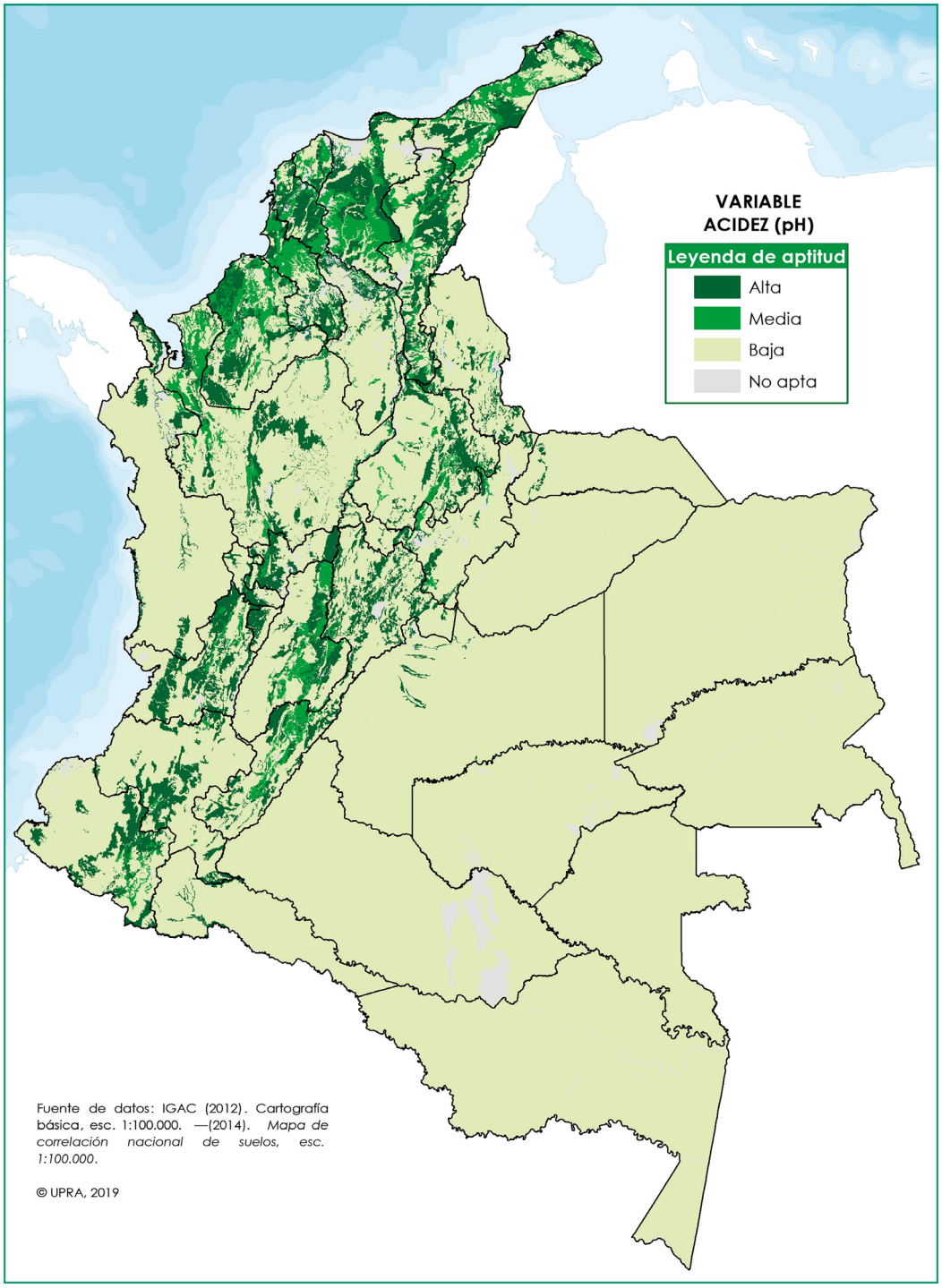


Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Segunda edición.* San José de Costa Rica: IICA.
- Garavito, F. (1974). *Propiedades químicas de los suelos,* 2 ed. Bogotá: IGAC. 30, 128 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.2.2. Variable saturación de bases

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO		
UBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLE: saturación de bases	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	

DEFINICIÓN

Es la relación entre la cantidad de bases intercambiables y la capacidad de intercambio de cationes. El valor de la saturación de la base varía según si la capacidad de intercambio catiónico incluye solo la acidez extraíble de la sal o la acidez total determinada a pH 7 u 8. A menudo, se expresa como un porcentaje (Soil Science Society of America, 2018).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta estima la cantidad de los elementos nutrientes (protones) del suelo, la cual determina el manejo químico de las tierras y su productividad natural.

El contenido alto de saturación de bases indica que el complejo de cambio está saturado con elementos nutritivos para las plantas de banano. Una mayor saturación de bases indica disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente cuando la capacidad de intercambio catiónica es elevada. Cuando en condiciones naturales los contenidos de bases son bajos, debe adicionarse fertilizantes, lo cual implica aumento de los costos de producción.

La saturación de bases cambiables, calculada mediante la proporción que ocupan en la CIC, disminuye a medida que aumenta el grado de lavado y el intemperismo de los suelos (Malagón, 1995).

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 baja saturación de bases, se pueden aplicar enmiendas para regular su contenido como parte del manejo del cultivo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diversos tamaños que tienen saturación de bases distinta al componente calificado, y que corresponden a aptitudes diferentes.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Es importante aclarar que los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos estimados para la variable son los siguientes:

Rangos de aptitud

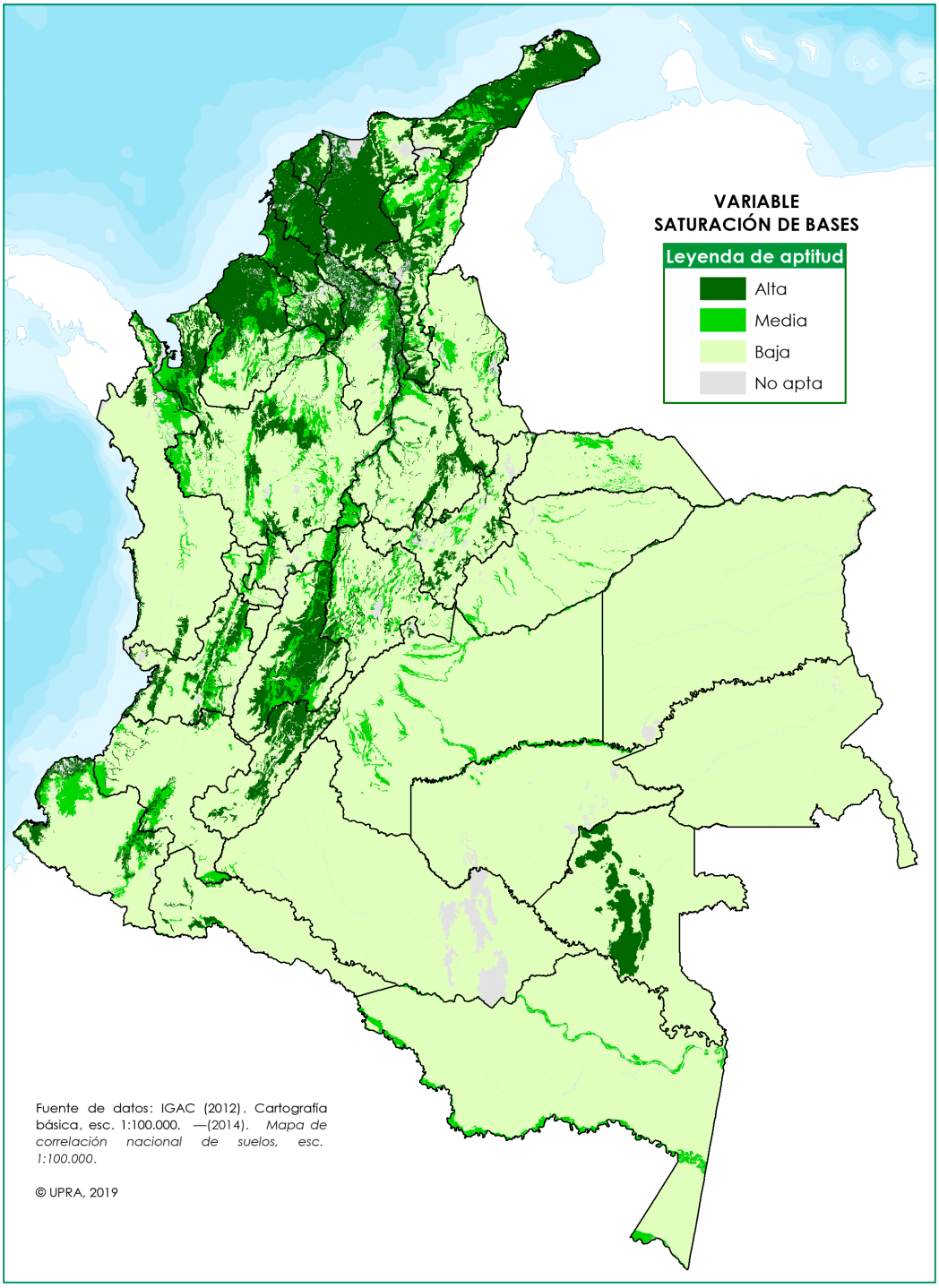
Saturación de bases (%)	Aptitud
≥ 75	Alta (A1)
50-75	Media (A2)
< 50	Baja (A3)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Malagón D. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso.* Bogotá: IGAC. 423-427 p.
- Soil Science Society of America. (2018). Recuperado de: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>.

1.2.3. Variable carbono orgánico

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: carbono orgánico	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

El carbono orgánico del suelo es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica, por esto es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro.

Se conoce como materia orgánica del suelo a un conjunto de residuos orgánicos, de origen animal o vegetal, que están en diferentes etapas de descomposición y que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999). Además, incluye una fracción viva, o biota, que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Se relaciona con la cantidad y disponibilidad de nitrógeno, cuyo aporte mineral es escaso. La materia orgánica también modifica el grado de acidez hacia valores cercanos a neutros, aumenta la solubilidad de varios nutrientes y proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico.

En las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto a la parte biológica, el carbono es esencial, proporciona fuentes energéticas a los organismos del suelo, generalmente

heterótrofos, en forma de carbono lábil (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (Borie *et al.*, 1999).

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

No se determinaron unidades de tierra no aptas (N1) por esta variable, debido a que, en los suelos con bajos contenidos de carbono orgánico, se puede aplicar materia orgánica para mejorar su contenido.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones y 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 variadas cantidades de carbono orgánico, lo cual significa aptitud diferente al componente calificado.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se construyó a partir del contenido de carbono orgánico registrado en la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Los valores de los contenidos de carbono orgánico del suelo se tomaron de los horizontes superficiales del perfil modal.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para asignar los valores de aptitud para la variable, son los siguientes:

Carbono orgánico (%)	Aptitud
1,7-7,6; andisoles 1,7-7,6	Alta (A1)
0,5-1,7; andisoles > 7,6	Media (A2)
< 0,5; > 7,6; histosoles	Baja (A3)

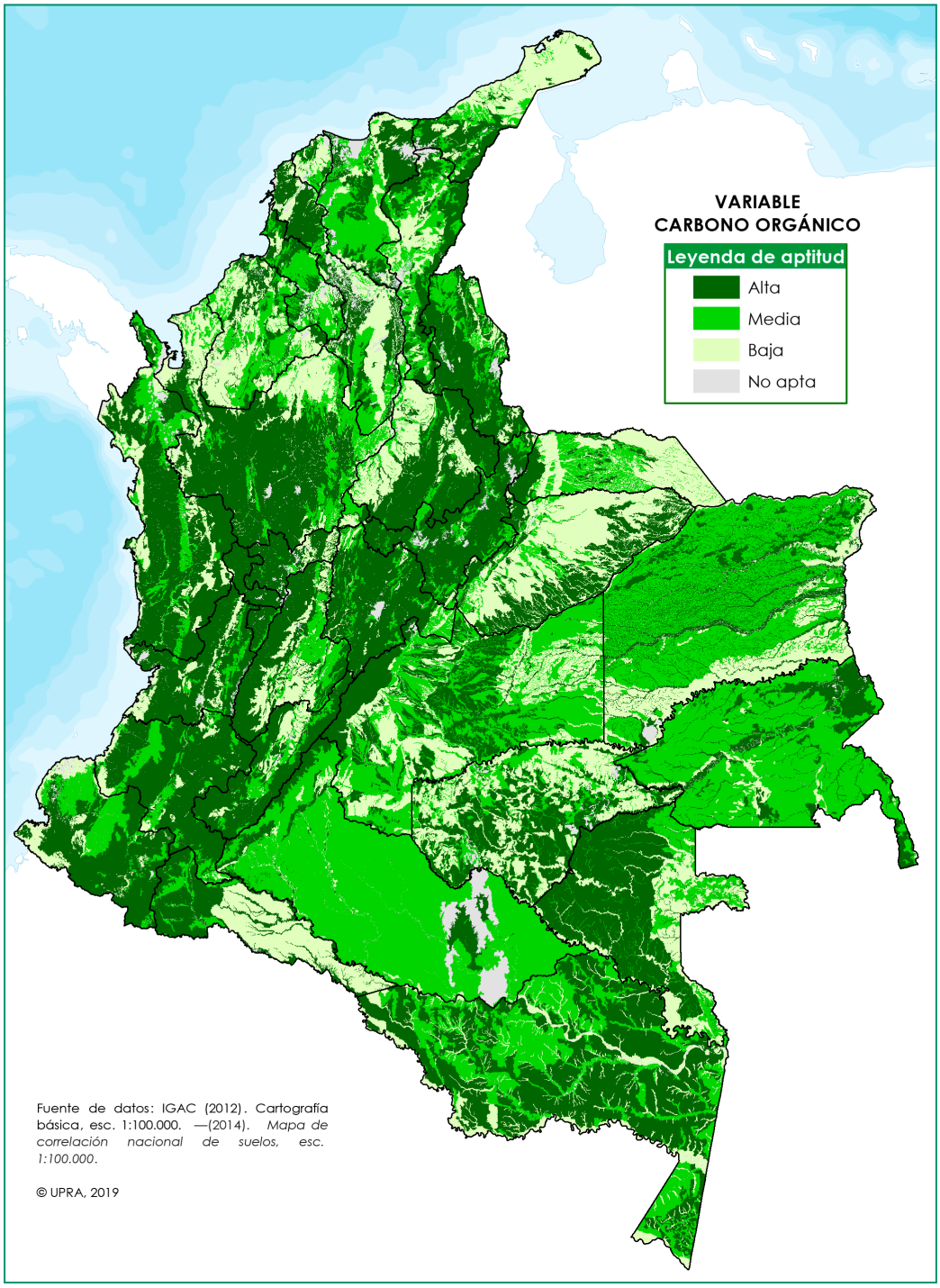
Los andisoles e histosoles tienen calificaciones diferentes porque en condiciones naturales tienen altos contenidos de materia orgánica.

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilera, S. M. (2000). *Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos.* Simposio Proyecto Ley Protección de Suelo. Boletín n.° 14. Valdivia, Chile, p. 77-85.
- Borie, G.; Aguilera, S. y Peirano, P. (1999). "Actividad biológica en suelos". En *Frontera Agrícola* 5. 29-32 p.
- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina.* Segunda ed. San José de Costa Rica: IICA.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). "Carbono orgánico y propiedades del suelo". En *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal,* vol. 8, n.° 1. 68-96 p.
- Rosell, R. A. (1999). *Materia orgánica, fertilidad de suelos y productividad de cultivos.* Proceed. XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. (Texto completo en CD Rom.) Pucón, Chile.

1.2.4. Variable capacidad de intercambio catiónico (CIC)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: capacidad de intercambio catiónico (CIC)	**UNIDAD DE MEDIDA:** cmol/kg de suelo	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

De acuerdo con Malagón (1995), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo y dentro del enrejado cristalino de algunos minerales y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos, pueden ser reversiblemente reemplazados por aquellos de soluciones salinas y ácidas. La suma de estos cationes se define como la capacidad de intercambio catiónico y usualmente se expresa en miliequivalentes por 100 g de suelo, cmol/kg de suelo o milimoles de carga por kg de suelo, o del material edáfico al que se le determinó.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La capacidad de intercambio de cationes y aniones es una de las características más importantes del suelo, ya que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos

requeridos para la nutrición vegetal y constituye gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).

La CIC tiene gran influencia en las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos. Es un indicador de la fertilidad de los suelos, dado que controla la disponibilidad de nutrientes para las plantas de banano. Interviene en los procesos de floculación y dispersión de la arcilla y, por consiguiente, en la estructura y estabilidad de los agregados.

El suelo no solamente retiene los elementos denominados mayores (N, P, K, Ca, S, Mg), sino los elementos menores o micronutrientes (Fe, B, Mn, Zn, Cl, Mo, Cu, Ni), necesarios para la nutrición de las plantas; además es un indicativo de la capacidad reguladora de los suelos (capacidad de evitar cambios bruscos en el pH del suelo o capacidad amortiguadora contra ellos).

Suelos con baja CIC pueden retener pocos cationes y, en consecuencia, requieren dosis más frecuentes de fertilizantes que los suelos con alta CIC (Cortés y Malagón, 1984).

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

No se determinó área no apta (N1) para esta variable, debido a que a las unidades de tierras con baja CIC se les puede aplicar enmiendas para mejorar la capacidad de intercambio de cationes como la materia orgánica.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diversos tamaños que tienen saturaciones de diferente aptitud al componente calificado.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable se obtuvo a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Es importante aclarar que los valores de CIC se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

Los límites de variación se conforman reagrupando los valores de la tabla de fertilidad en la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

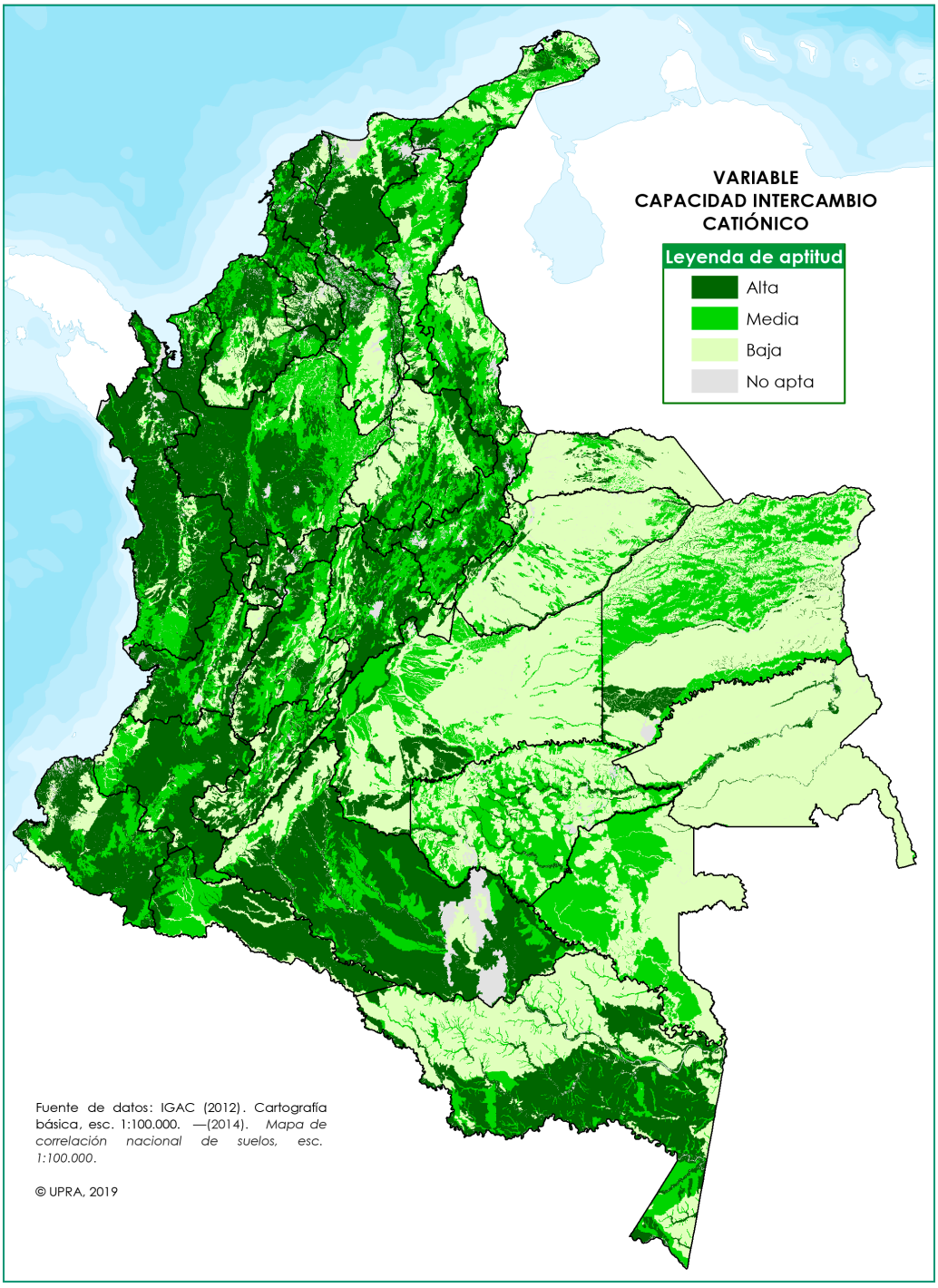
CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
≥ 20	Alta (A1)
10-20	Media (A2)
< 10	Baja (A3)

Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés A. y Malagón D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: UJTL. 270 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales.* 48 p.
- Malagón, D. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso.* Bogotá: IGAC. 423-427 p.

1.3 Criterio capacidad de laboreo

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: CAPACIDAD DE LABOREO		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Pendiente, expresada en porcentaje (%).
- Textura, expresada en clases texturales.
- Pedregosidad, expresada como fase cartográfica de pedregosidad.

DEFINICIÓN

Son las condiciones del terreno que limitan la posibilidad de preparación o adecuación para el establecimiento, mantenimiento y cosecha del cultivo de banano (las labores pueden ser en forma manual, con tracción animal o mecanizada) (FAO, 1987).

El establecimiento del cultivo tecnificado de banano, implica el uso de maquinaria, especialmente en las actividades de preparación del terreno, construcción de drenajes y eventualmente, infraestructura de riego.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Este incide en la realización de las diferentes labores en los cultivos, tanto manuales como mecanizadas; en tal sentido, determina el potencial de aumento de la producción por hectárea.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

La pendiente y la pedregosidad, presentan límites que se califican como no aptos (N1): las pendientes mayores de 12% dificultan el desarrollo de labores mecanizadas; la pedregosidad mayor de 35% (fase pedregosa) imposibilita el movimiento de la maquinaria, daña los implementos, implica mayor tiempo y eleva los costos.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

La pedregosidad no se encuentra en rangos por porcentaje, solamente si es pedregoso, lo cual implica que es mayor de 35%.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos para las tres variables que conforman este criterio se obtienen de la información química del mapa nacional de correlación de suelos (IGAC, 2014), que corresponde a los límites de variación de la pendiente, clases de pedregosidad (porcentaje de volumen) y las clases texturales.

Pendiente (%)	Aptitud
<3	Alta (A1)
3-7	Media (A2)
7-12	Baja (A3)
>12	No apta (N1)

Textura (clases texturales)	Aptitud
F, FL, FArA, FArL, FAr	Alta (A1)
FA, L, ArA, ArL, Ar, orgánicos, (Oxisoles, ultisoles e intergrados oxic arcillosos)	Media (A2)
A, AF, Ar (Vertisoles e intergrados vérticos)	Baja (A3)

Pedregosidad (fase cartográfica de pedregosidad)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	No apto (N1)

Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La determinación de la clase de aptitud se obtiene tomando las tres variables y comparando los rangos de aptitud entre sí.

Árbol de decisión para el criterio

Pendiente	Textura	Pedregosidad	Aptitud
0-3	F, FL, FArA, FArL, FAr	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	N1
	FA, L, ArA, ArL, Ar, orgánicos, (Oxisoles, ultisoles e intergrados oxic arcillosos)	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	N1
	A, AF, Ar (Vertisoles e intergrados vérticos)	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
3-7	F, FL, FArA, FArL, FAr	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	FA, L, ArA, ArL, Ar, orgánicos, (Oxisoles, ultisoles e intergrados oxic arcillosos)	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	A, AF, Ar (Vertisoles e intergrados vérticos)	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
7-12	F, FL, FArA, FArL, FAr	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
	FA, L, ArA, ArL, Ar, orgánicos, (Oxisoles, ultisoles e intergrados oxic arcillosos)	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
	A, AF, Ar (Vertisoles e intergrados vérticos)	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
> 12	Cualquiera	Cualquiera	N

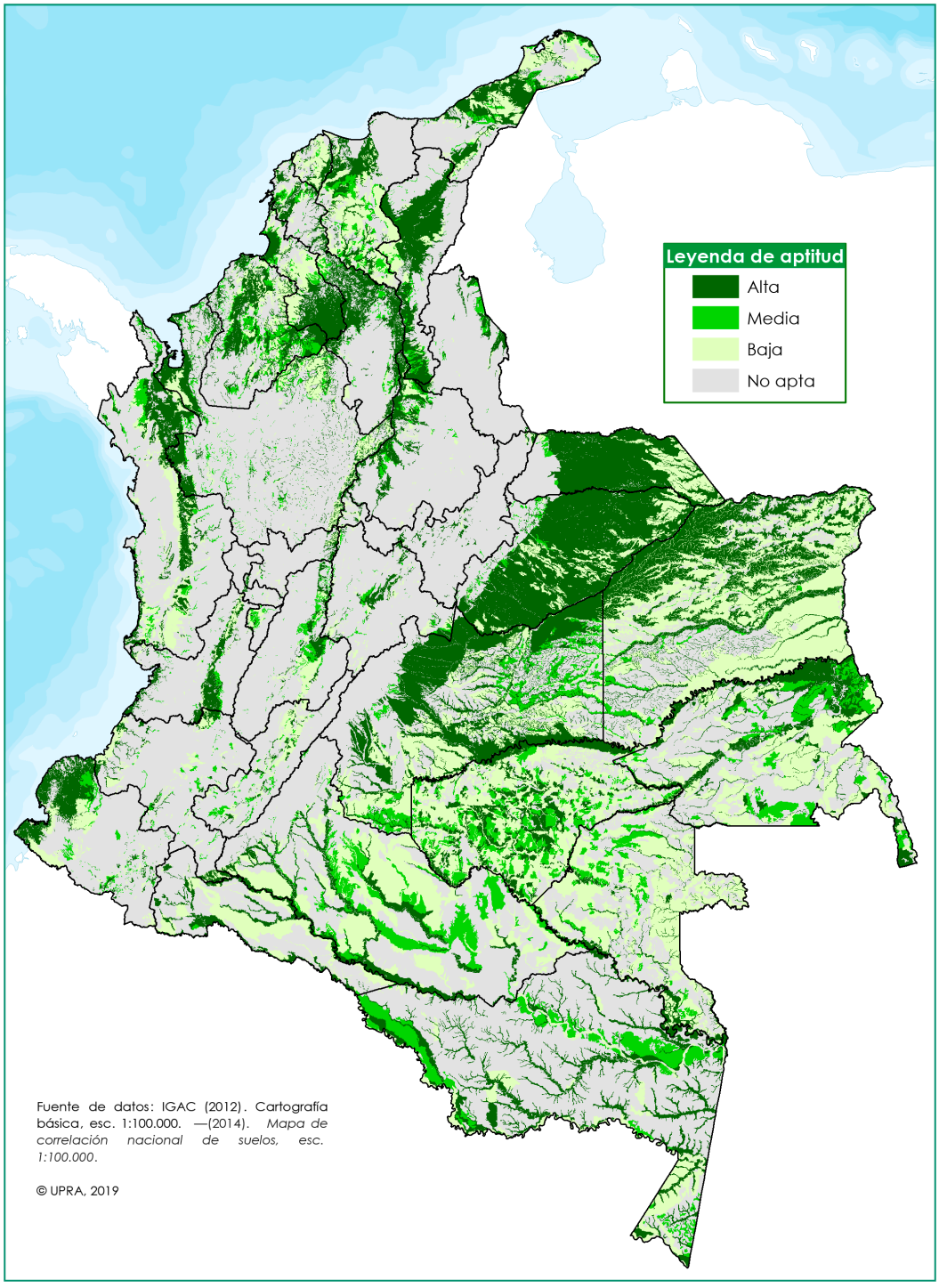
El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud es la limitación que cada una de las variables representa en el manejo de los suelos, ya que reduce las posibilidades de una buena preparación de la tierra y, por lo tanto, se producen cultivos con deficiencias en su desarrollo y con dificultades para la cosecha.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.3.1. Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO		
VARIABLE: pendiente	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil Science Society of America, 2018).

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:

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

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta incide directamente en la traficabilidad y eficiencia en la adecuación, preparación, mantenimiento y cosecha de los cultivos de banano, ya sea en forma manual, con tracción animal o mecanizada.

De acuerdo con el desempeño de los tractores con implementos, se puede trabajar en pendientes hasta del 12% sin dificultades; de aquí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, se dificultan las prácticas culturales tanto para el establecimiento como para el mantenimiento del cultivo, especialmente en sistemas tecnificados intensivos como el del banano con destino a la exportación.

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

Pendientes mayores del 12% se excluyen como zonas no aptas (N1) para el cultivo tecnificado de banano, debido a las exigencias en el desempeño de la maquinaria.

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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso de generación del mapa de pendiente se basó en el uso de las fases de pendiente que se encuentran en el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Esta variable presenta rangos de aptitud de acuerdo con la exigencia de la maquinaria utilizada en las diferentes labores de los cultivos, así:

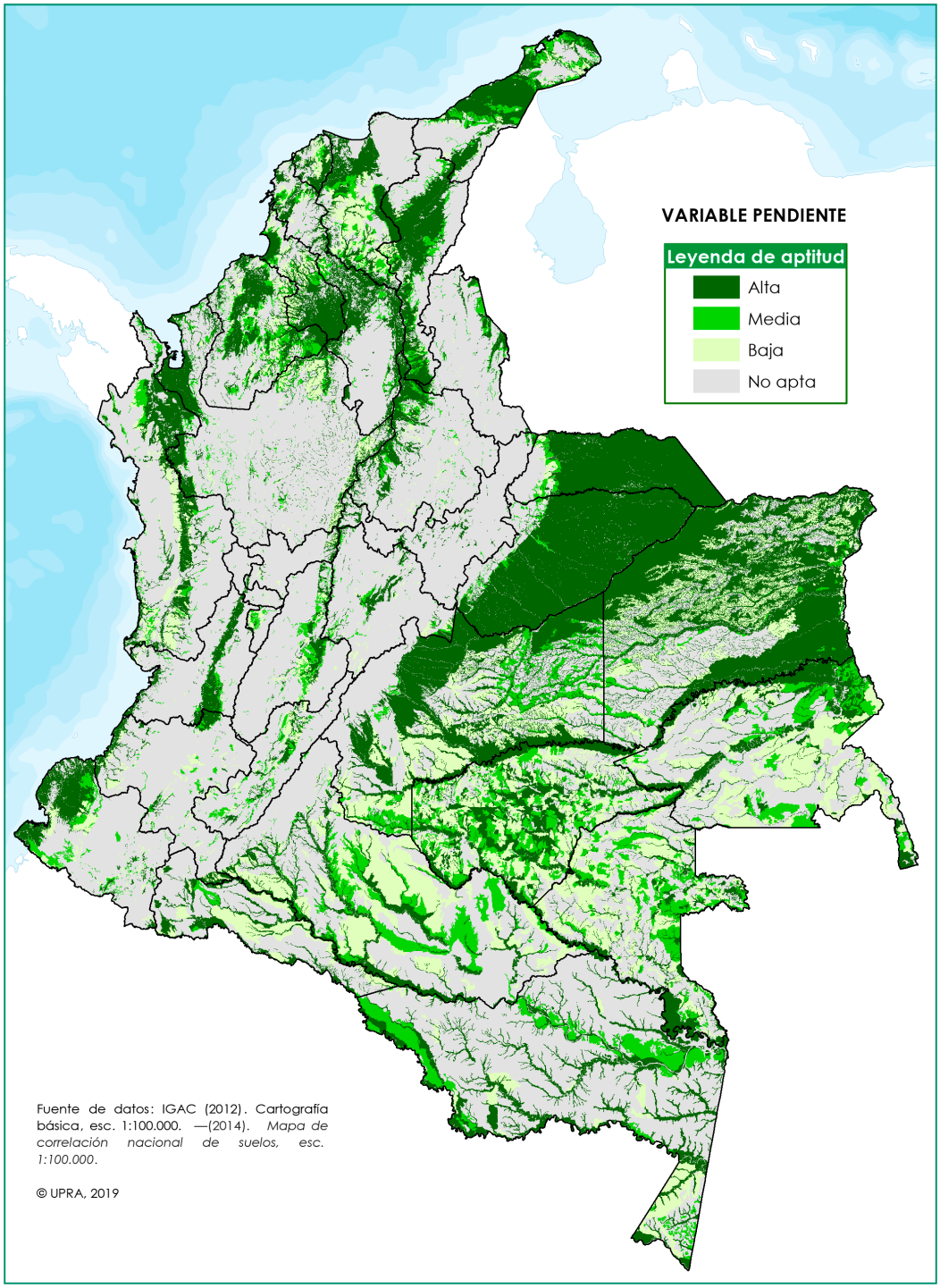
Pendiente (%)	Aptitud
< 3	Alta (A1)
3-7	Media (A2)
7-12	Baja (A3)
> 12	No apta (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Soil Science Society of America, (2018). Recuperado de: <https://www.soils.org/publications/soils-glossary?ssoContinue=1#>.

1.3.2. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO			
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO			
VARIABLE: textura	**UNIDAD DE MEDIDA:** cualitativa (clase textural)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Son las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "tierra fina" del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990), y se relaciona con la resistencia que ejerce el suelo para su laboreo.

Las clases texturales se presentan de acuerdo con el triángulo textural descrito en la siguiente tabla:

Clases texturales

Arenosa (A)
Arenosa franca (AF)
Franco arenosa (FA)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco arcillo arenosa (FArA)
Franco arcillosa (FAr)
Franco arcillo limosa (FArL)
Arcillo arenosa (ArA)
Arcillo limosa (ArL)
Arcillosa (Ar)

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Se relaciona con la consistencia, la cual determina la resistencia del suelo a su ruptura y deformación en los diferentes estados de humedad, afectando los requerimientos de potencia de la tracción utilizada.

Para que los implementos, ya sean manuales o mecánicos, penetren con facilidad en el suelo, se necesita una composición en proporciones similares de arena, limo y arcilla.

Suelos con altos contenidos de arcilla se vuelven pesados y pegajosos (cuando las arcillas están en relación 2:1): los suelos arenosos desgastan los filos de las herramientas y no facilitan la construcción de surcos o drenajes.

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

Aunque los tipos de textura representan diferentes grados de dificultad para el movimiento del suelo, el uso de la maquinaria e implementos, no excluye alguna clase.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales, representan asociaciones o complejos de suelos, lo cual dificulta su calificación, ya que el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales del mayor componente de la unidad; por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, que no es posible reflejar en la calificación de la unidad, dada la escala que se determinó para la presente zonificación.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar la textura de las unidades de suelos fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Esta variable se califica de acuerdo con el comportamiento de la textura cuando se remueve el suelo, especialmente en lo relacionado con la pegajosidad, facilidad de labranza y la susceptibilidad a la compactación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las clases texturales en donde las prácticas de laboreo se pueden hacer satisfactoriamente sin implicar deterioro o daños a las propiedades físicas del suelo ni a los aparejos de la maquinaria se determinaron con aptitud alta (A1).

Las clases texturales con aptitud moderada (A2) corresponden a las que presentan altos contenidos de arcillas que pueden compactar el suelo y generar pegajosidad. También se incluyen en esta categoría las texturas orgánicas, ya que su alta porosidad facilita la compactación del suelo. Igualmente, los suelos con dominancia de arcillas 1:1 (Oxisoles, ultisoles y subgrupos oxic) se incluyen en la aptitud media (A2), por su baja pegajosidad.

Las clases texturales con aptitud baja (A3) corresponden a las gruesas, porque facilitan la compactación del suelo, desgastan con mayor rapidez las herramientas y no permiten la construcción de surcos; igualmente la clase arcillosa, cuando tiene proporción mayor del 60%, lo cual corresponde a suelos vertisoles e intergrados vérticos.

Rangos de aptitud

Textura	Aptitud
F, FL, FArA, FArL, FAr	Alta (A1)
FA, L, ArA, ArL, Ar, orgánicos, (Oxisoles, ultisoles e intergrados oxic arcillosos)	Media (A2)
A, AF, Ar (Vertisoles e intergrados vérticos)	Baja (A3)

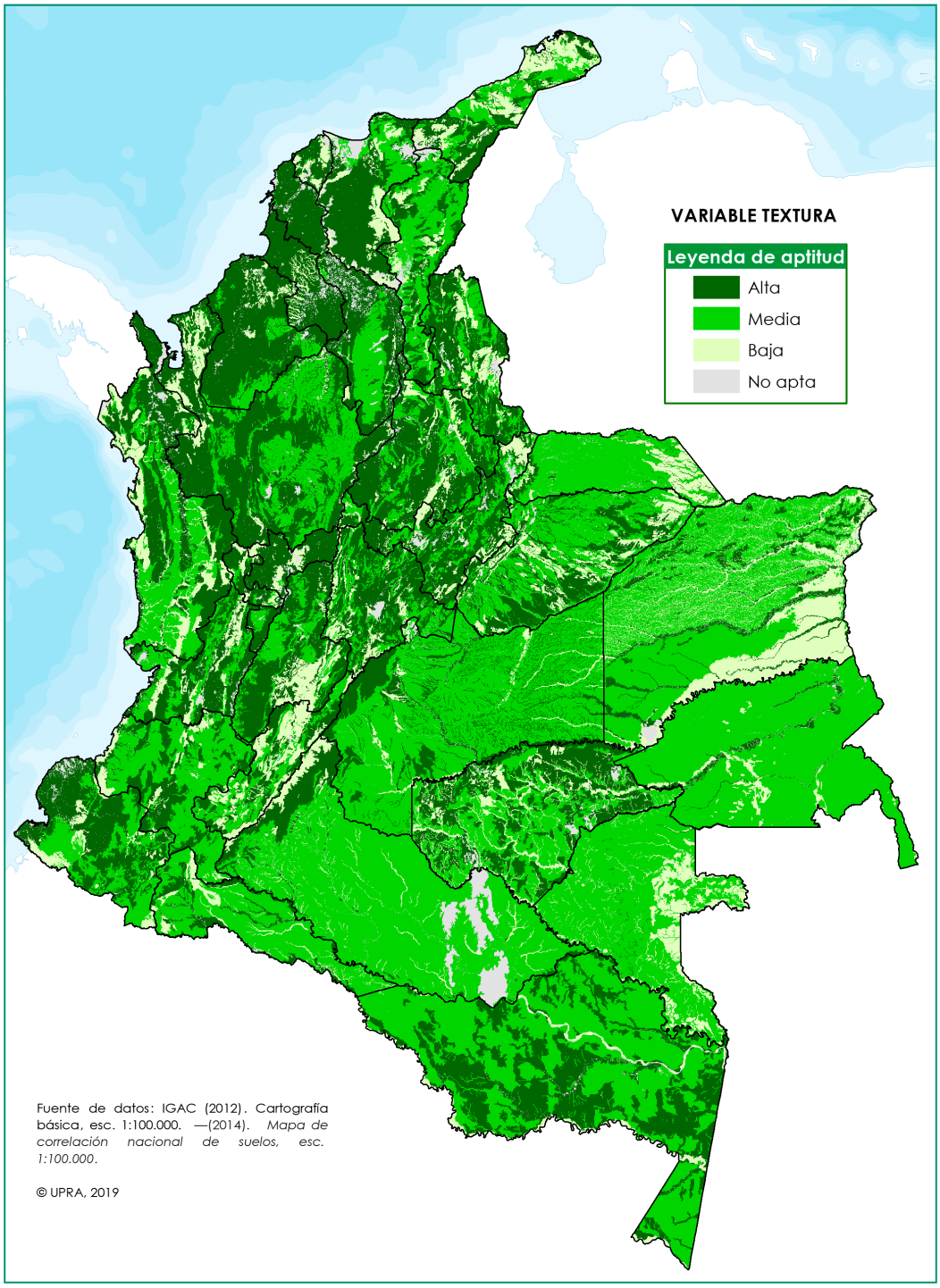


Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Malagón, D. y Montenegro, H. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. 101 p. y 157 p.

1.3.3. Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO		
VARIABLE: pedregosidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** cualitativa (fase cartográfica de pedregosidad)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Son los fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).

Para fines prácticos de manejo de suelos, se ha tomado la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques.

Clases por recubrimiento de fragmentos rocosos en la superficie de suelo

Clase	Volumen (%)
No hay	< 3
Pocos	3-15
Frecuentes	15-35
Abundantes	35-60
Extremadamente abundantes	60-90
Fragmentoso	≥ 90

Fuente: IGAC (2010).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta incide en la integridad de los implementos agrícolas, limitando las prácticas de laboreo, además de disminuir el área útil por unidad de superficie.

En la medida en que aumenta la presencia de fragmentos de roca, se dificultan las labores de adecuación de tierras y demás prácticas culturales como el uso del hércules, drenajes, surcados y la cosecha del banano.

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

Se considera que áreas donde hay fragmentos de roca mayor de 35% (fase pedregosa), no son aptas (N1) para el cultivo de banano, debido a que el porcentaje de recubrimiento es tan alto que no permite las prácticas de laboreo, principalmente en lo que se refiere al uso de maquinaria.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en el mapa nacional de correlación de suelos (IGAC, 2014), solamente aparece la fase pedregosa; no se encuentra discriminada en rangos por porcentaje de recubrimiento.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de la fase cartográfica de pedregosidad del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Esta variable se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa, pero sin especificar rangos por porcentaje de pedregosidad.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La asignación de rangos corresponde a la misma fase cartográfica de pedregosidad, es decir, fase pedregosa y sin fase de pedregosidad (expresión que indica tácitamente que no hay pedregosidad).

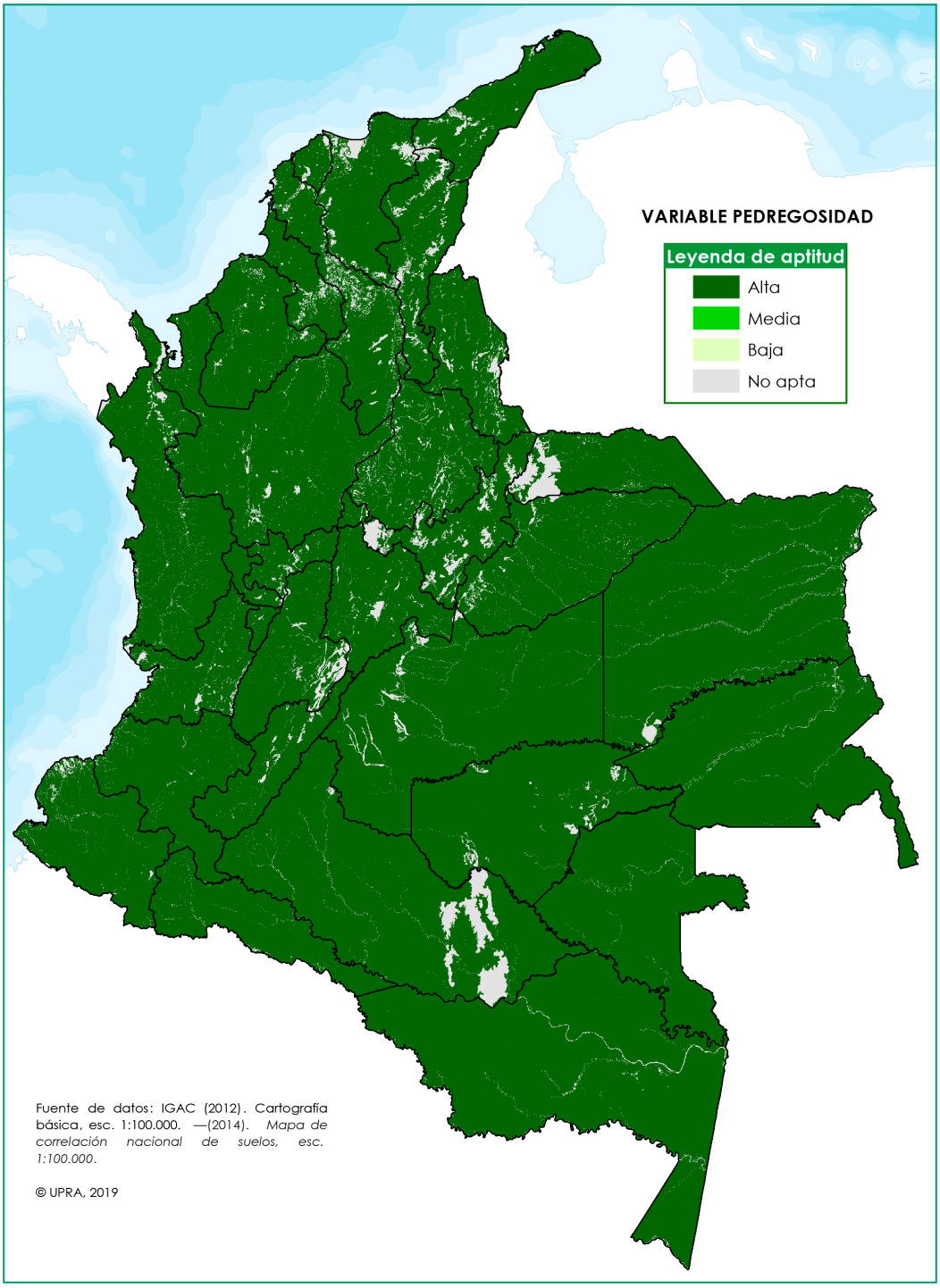
Rangos de pedregosidad

Pedregosidad (fase cartográfica de pedregosidad)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	No apto (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Van Wambeke, A. y Forbes, T. (Ed.). (1987). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas.* EUA: SMSS, monografía técnica n.° 15. 44-46 p.

1.4 Criterio condiciones de enraizamiento

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Profundidad efectiva, expresada en centímetros (cm).
- Textura, expresada en clases texturales.
- Pedregosidad, expresada como fase cartográfica de pedregosidad.

DEFINICIÓN

Es el conjunto de características físicas del suelo que permiten el desarrollo del rizoma, o como, y de las raíces de las plantas de banano, las cuales conllevan a la formación adecuada de la planta y los frutos.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

En la medida en que se desarrolle adecuadamente el rizoma y que las raíces puedan explorar mayor volumen de suelo y tener un espacio físico adecuado, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes, de los cuales depende la capacidad para la adecuada formación de los frutos del banano y de los nuevos colinos o brotes.

Cuando las raíces encuentran un medio propicio para su desarrollo, como buena aireación, distribución de partículas por tamaño en promedios similares, poca pedregosidad que cause daños o impida la formación adecuada de las raíces y profundidad radicular adecuada, el desarrollo del cultivo y la formación de los frutos se llevan a cabo uniformemente.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los límites a partir de los cuales no es posible el establecimiento de cultivos de banano, considerados no aptos (N1), corresponden a la profundidad menor de 50 cm por contactos líticos o pétricos y la pedregosidad, en los primeros horizontes mayor de 35% (fase pedregosa).

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 misma; esto significa que dentro de esta existen áreas que tienen calificaciones distintas al componente calificado y que corresponden a diferentes aptitudes.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad (cm), fase de pedregosidad (porcentaje por volumen) y las clases texturales; la calificación de este criterio se da por medio de un árbol de decisión.

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
≥ 100	Alta (A1)
50-100	Media (A2)
< 50	Baja (A3)
Consociaciones de suelos líticos, petroférricos, pretrocálcicos	No apta (N1)

Textura (clases texturales)	Aptitud
F, FL, FA, L, A, AF	Alta (A1)
FAr, FArA, FArL, ArA, orgánicos, intergrados oxic, oxisoles, ultisoles arcillosos	Media (A2)
ArL, Ar	Baja (A3)

Pedregosidad (fase cartográfica de pedregosidad)	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	No apta (N1)

Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se tomaron las tres variables (profundidad efectiva, pedregosidad y textura) y se dio calificación de acuerdo con la limitación que cada variable representa en el adecuado enraizamiento de las plantas de banano.

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo del cultivo, ya que reduce las posibilidades de una buena formación de raíces y frutos y, por lo tanto, su nivel de producción.

Las consociaciones de suelos calificados como líticos, petroférricos, pretrocálcicos no se consideran aptos debido a la limitación extrema para la penetración de las raíces.

Árbol de decisión para el criterio

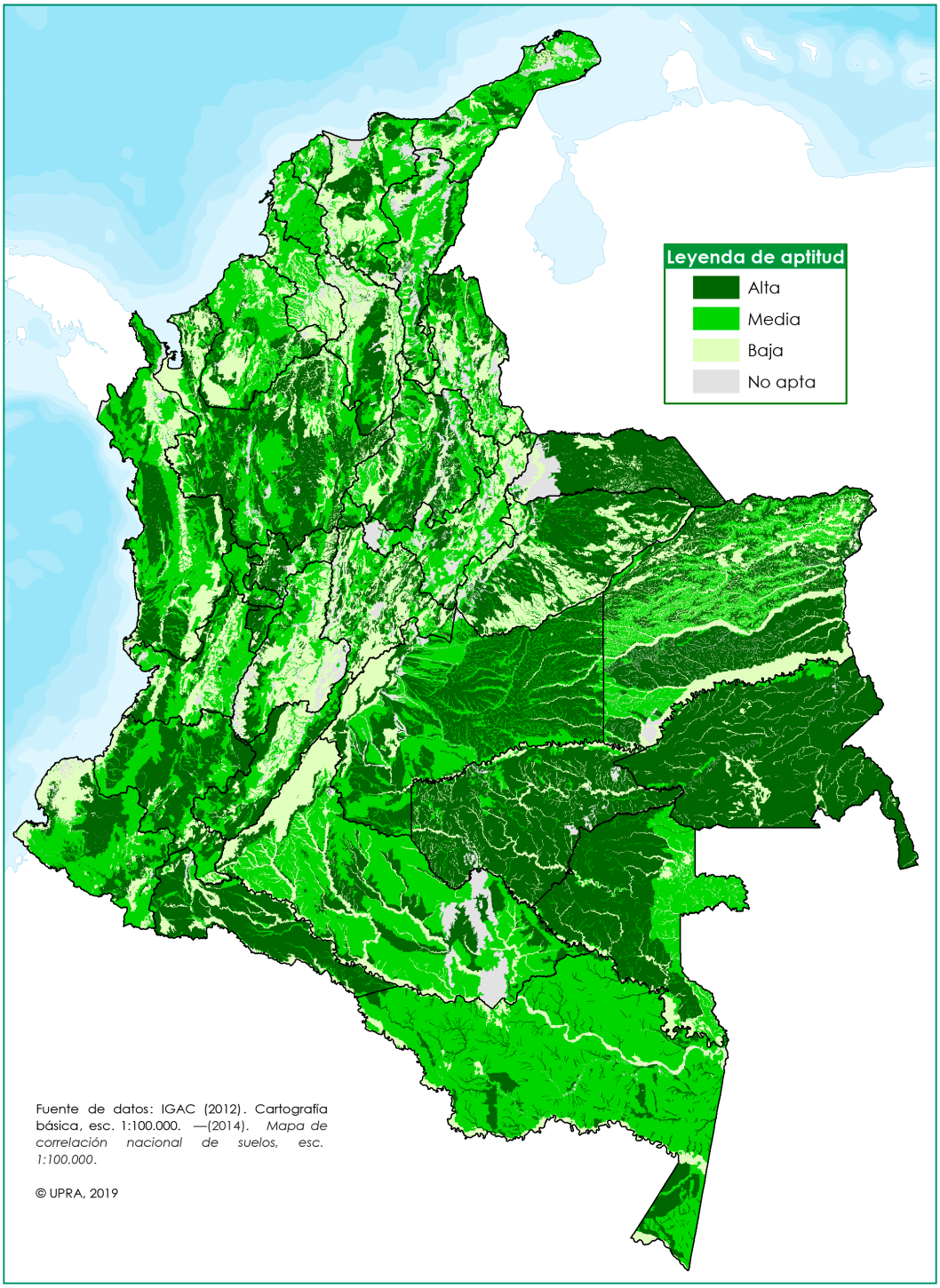
Profundidad efectiva	Textura	Pedregosidad	Aptitud
≥ 100	F, FL, FA, L, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	N1
	FAr, FArA, FArL, ArA, orgánicos, intergrados oxic, oxisoles, ultisoles arcillosos	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	N1
	ArL, Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
50-100	F, FL, FA, L, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	FAr, FArA, FArL, ArA, orgánicos, intergrados oxic, oxisoles, ultisoles arcillosos	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	N1
	ArL, Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
< 50	F, FL, FA, L, A, AF	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
	FAr, FArA, FArL, ArA, orgánicos, intergrados oxic, oxisoles, ultisoles arcillosos	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
	ArL, Ar	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
Suelos líticos, petroférricos, pretrocálcicos			N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACION DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.4.1 Variable profundidad efectiva

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
VARIABLE: profundidad efectiva	**UNIDAD DE MEDIDA:** centímetros (cm)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar, sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables. También se define como el total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).

De acuerdo con la clasificación definida por el IGAC (2010), los límites de variación de la profundidad efectiva del suelo se establecen de la siguiente manera:

Clases por profundidad efectiva

Clase	Profundidad (cm)
Muy superficial	< 25
Superficial	25-50
Moderadamente superficial	50-75
Moderadamente profunda	75-100
Profunda	100-150
Muy profunda	> 150

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta determina el espacio donde el rizoma y las raíces pueden desarrollarse, afectando el proceso vegetativo y la formación de nuevos brotes o colinos. En un suelo profundo las plantas pueden encontrar mayor humedad; por lo tanto, resisten mejor la sequía, ya que el suelo puede almacenar más agua. De igual manera, la planta puede tomar los nutrientes que están almacenados en los horizontes más profundos del suelo.

Para el cultivo tecnificado de banano se considera que el suelo debe tener una profundidad efectiva mayor a 100 cm, libre de fragmentos gruesos, contactos (líticos, petroférricos, petrocálcicos) y presencia de horizontes argílicos o compactados.

Otros elementos que afectan la profundidad efectiva son las condiciones de hidromorfismo, los contrastes texturales, las fluctuaciones del nivel freático y los encharcamientos e inundaciones.

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

Se definieron las profundidades efectivas menores a 50 cm como no aptas (N1) para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano, cuando existen contactos líticos, petroférricos o petrocálcicos, debido a la extrema dificultad de ser penetrados por el sistema radicular.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones y, se califica la profundidad del componente que ocupa la mayor área dentro de la unidad. Esto quiere decir que en la unidad cartográfica existen algunos sectores con diferentes profundidades efectivas a la calificada y, por lo tanto, aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de profundidad efectiva se obtuvieron a partir del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

En la determinación de los rangos de aptitud para la profundidad efectiva de los suelos, se tuvieron en cuenta las limitaciones absolutas como la presencia de roca continua y compacta, los contactos pétricos y la profundidad del nivel freático, dado que otras, como los horizontes argílicos y compactados pueden ser mejorados con el uso de equipos como subsoladores y cinceles.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con profundidad mayor de 100 cm; aptitud media (A2), entre 50 y 100 cm, aptitud baja (A3) menor de 50 cm y se excluyeron las profundidades menores a 50 cm por contactos, por no tener espacio físico suficiente para el desarrollo del sistema subterráneo de las plantas.

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
≥ 100	Alta (A1)
50-100	Media (A2)
< 50	Baja (A3)
Consociaciones de suelos líticos, petroférricos, pretrocálcicos	No apta (N1)

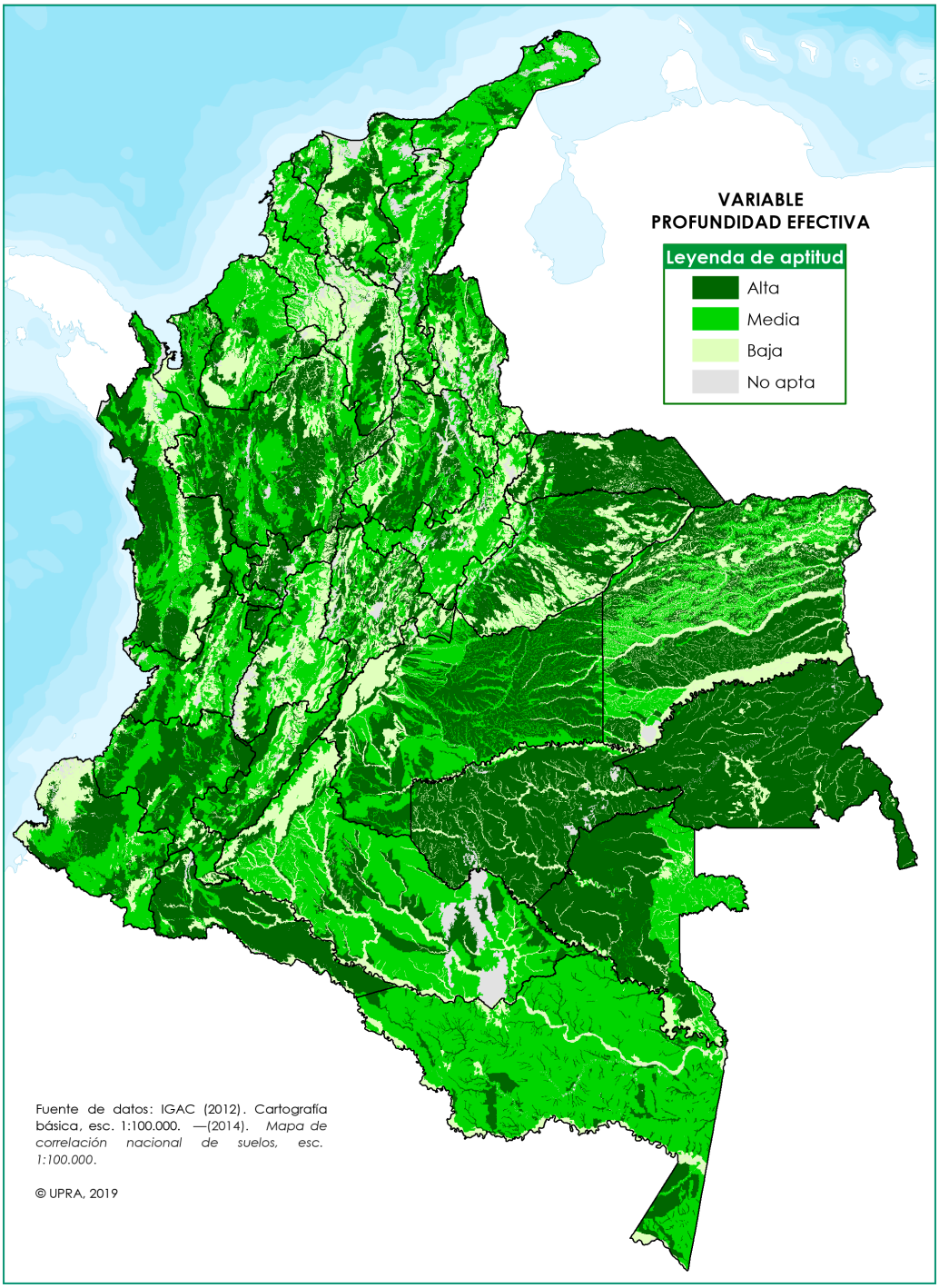
Los rangos de aptitud están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook* no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.4.2 Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**			
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO			
VARIABLE: textura	**UNIDAD DE MEDIDA:** cualitativa (clases texturales)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Son las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "tierra fina" del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990), y se relaciona con la resistencia que ejerce el suelo para la penetración de las raíces.

Las clases texturales se presentan de acuerdo con el triángulo textural en la siguiente tabla:

Arenosa (A)
Arenosa franca (AF)
Franco arenosa (FA)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco arcillo arenosa (FArA)
Franco arcillosa (FAr)
Franco arcillo limosa (FArL)
Arcillo arenosa (ArA)
Arcillo limosa (ArL)
Arcillosa (Ar)

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Se relaciona con la consistencia, la permeabilidad y la porosidad del suelo, afectando la penetración de las raíces y el espacio entre partículas permitiendo que circule el oxígeno que favorece la aireación; por lo tanto, buena formación de rizoma, de las raíces y de los brotes o colinos. En suelos de texturas finas, las raíces tienen mayor gasto de energía para penetrarlos, mas si se tiene en cuenta que las raíces jóvenes son muy débiles; mientras que en los suelos de texturas gruesas se puede presentar exposición libre de las raíces por desplazamiento de las partículas por acción del agua o el viento.

La textura es una variable de importancia para el desarrollo del cultivo tecnificado de banano porque propicia los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, dado que las propiedades físicas de los suelos son determinadas en gran parte por este componente.

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

No se excluye alguna clase textural para el desarrollo del cultivo de banano, aunque los tipos de textura con altos contenidos de arcilla, representan mayor grado de dificultad para el desarrollo de raíces.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones o complejos de suelos, donde se califica la clase textural en los horizontes superficiales del perfil más representativo, por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no es posible reflejar en la calificación de la unidad.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar la textura asociada a las unidades de tierra fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). A partir de esta base de datos se realizó un agrupamiento de clases texturales, de acuerdo con los rangos definidos.

Esta variable se define con base en los requerimientos de la zonificación de aptitud de la tierra para el cultivo de banano de exportación en relación con su crecimiento y desarrollo, los cuales fueron consultados con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las clases texturales que se determinaron con aptitud alta (A1), tienen proporciones adecuadas de partículas (arcillas, limos y arenas), en donde el cultivo de banano puede obtener un mejor desarrollo debido al buen suministro de oxígeno y condiciones de suelo suelto, para el crecimiento de las raíces.

Los grupos texturales con aptitud media (A2), representados por la clase que integran el grupo textural francas finas, presentan en épocas lluviosas, baja permeabilidad, dificultad en el movimiento del agua en suelo favoreciendo los encharcamientos con problemas en disponibilidad de oxígeno. En épocas secas se presenta el endurecimiento del suelo. Esto igualmente se presenta para los suelos orgánicos.

Las clases texturales finas, se califican con aptitud baja (A3), por su alto contenido de arcilla, el cual desarrolla alta pegajosidad y baja aireación.

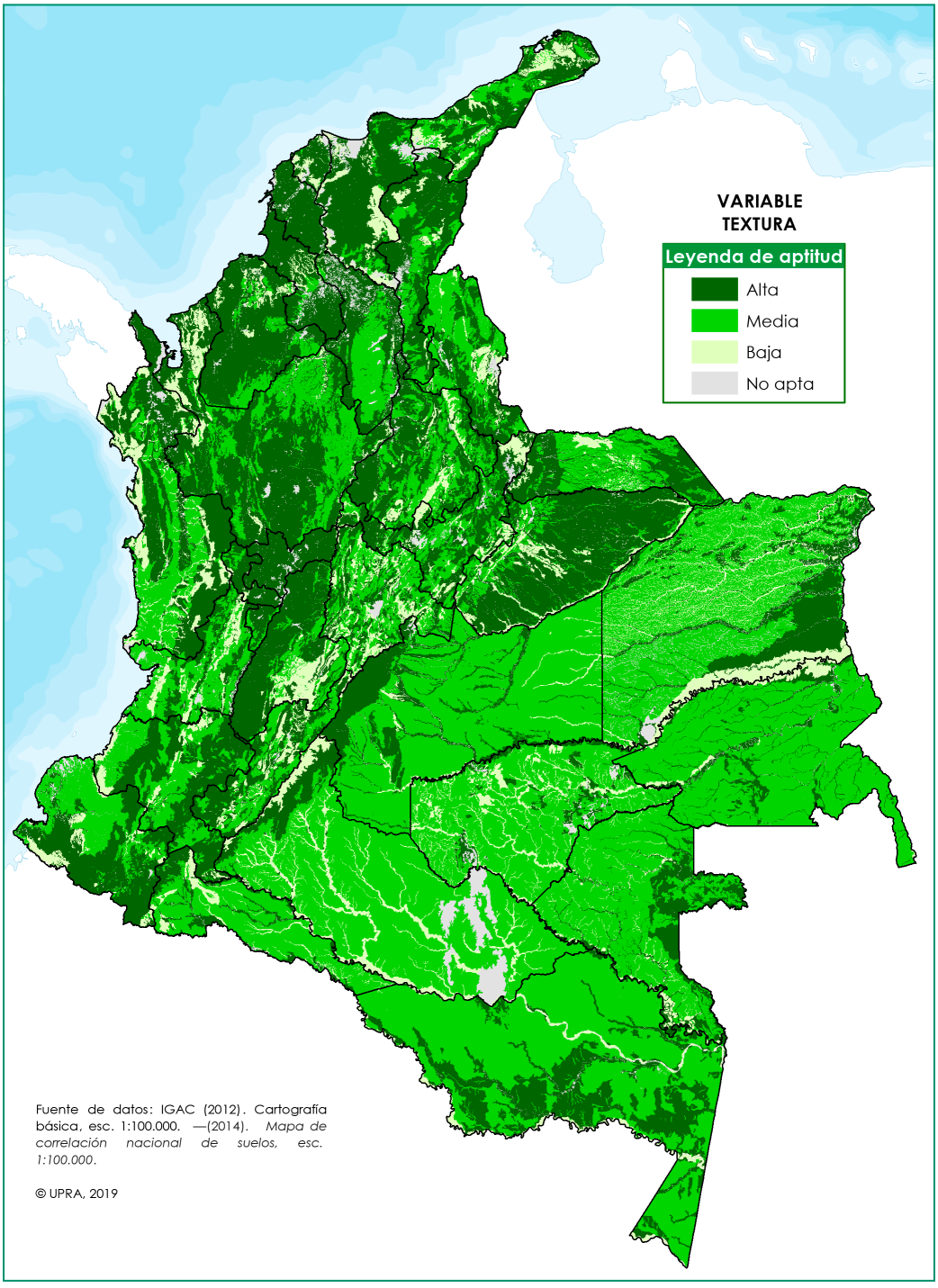
Textura (clases texturales)	Aptitud
F, FL, FA, L, A, AF	Alta (A1)
FAr, FArA, FArL, ArA, orgánicos, intergrados oxic, oxisoles, ultisoles arcillosos	Media (A2)
ArL, Ar	Baja (A3)



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Malagón, D. y Montenegro, H. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC.

1.4.3 Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
VARIABLE: pedregosidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** cualitativa (fases cartográficas de pedregosidad)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Son los fragmentos de roca de 2 mm de diámetro o mayores; se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques (Van Wambeke y Forbes, 1987).

Para fines prácticos de manejo de suelos, se ha tomado la dimensión de fragmentos de roca mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluye guijarros, piedras y bloques.

Los contenidos y su denominación son los siguientes (IGAC, 2010):

Clases por volumen de fragmentos rocosos en el perfil de suelo

Clase	Volumen (%)
No hay	< 3
Pocos	3-15
Frecuentes	15-35
Abundantes	35-60
Extremadamente abundantes	60-90
Fragmentoso	≥ 90

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Los altos contenidos de fragmentos de roca en el suelo tienen efectos negativos en el cultivo de banano porque disminuyen el área para el almacenamiento de agua, aceleran la infiltración y disminuyen el volumen de suelo que las raíces pueden explorar para proveer de nutrientes a las plantas.

La alta pedregosidad influye negativamente en el cultivo tecnificado de banano, por tener influencia en la diferenciación, formación y desarrollo del rizoma, del sistema de raíces y de los nuevos brotes o colinos.

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

Se considera que las áreas donde hay fragmentos de roca mayor al 35% (fase pedregosa) no son aptas (N1) para el cultivo de banano debido a que el porcentaje de pedregosidad es tan alto, que afecta la formación y el desarrollo de las raíces y los estolones.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). Solamente aparece la fase pedregosa (> 35%), pero no están discriminadas en rangos por porcentaje. Se asume tácitamente como no pedregoso como cuando no se encuentra la fase cartográfica.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de las fases cartográficas del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Es importante aclarar que la variable se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o sin fase de pedregosidad, pero no especificando rangos por porcentaje de pedregosidad.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos sin fase de pedregosidad (< 35% por volumen) y se excluyen como zonas no aptas (N1), los suelos con fase pedregosa (> 35%) porque obstaculiza el desarrollo de raíces y estolones.

Rangos de aptitud

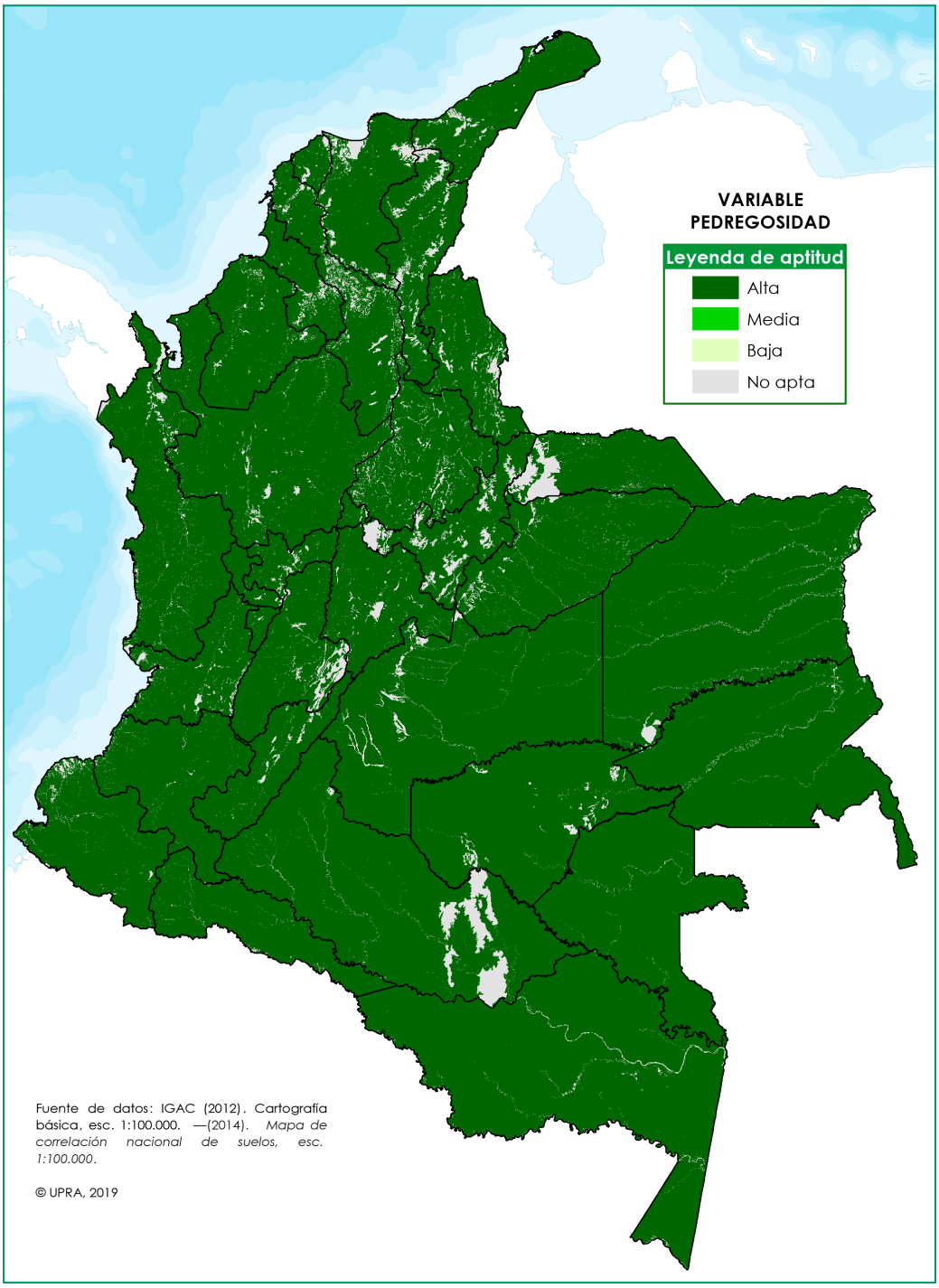
Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	Alta (A1)
Con fase de pedregosidad	No apta (N1)

Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Van Wambeke, A. y Forbes, T. (Ed.). (1987). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas.* EUA: SMSS, monografía técnica n.° 15. 44-46 p.

1.5 Criterio toxicidad por sales, sodio y aluminio

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Salinidad o sodicidad: salinidad expresada en dS/m y sodicidad expresada en porcentaje de saturación de sodio (PSI).
- Saturación de aluminio: expresada en porcentaje de saturación (%).

DEFINICIÓN

Es la presencia de elementos en el suelo en concentraciones mayores a las requeridas, que son tóxicos a las plantas de banano, restringiendo el crecimiento y la producción, además de efectos adversos sobre algunas propiedades de los suelos.

En el ámbito de los suelos colombianos, tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo la presencia de altas saturaciones de aluminio, y en suelos básicos, generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Este restringe el uso de las tierras a plantas tolerantes o resistentes, además de que incrementa los costos para la adecuación y manejo (enmiendas).

El sodio (Na), además de ser un elemento perjudicial para la estructura del suelo debido a su efecto dispersante, produce disminución del crecimiento de las raíces y necrosis en las hojas.

El aluminio (Al) es uno de los elementos que se encuentra en mayor concentración en el suelo, pero su disponibilidad para las plantas está por lo general en bajas concentraciones, salvo en suelos ácidos. En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y tallos y las hojas pueden tomar un color púrpura (similar a la producida por deficiencia de fósforo, ya que afecta el metabolismo del fosfato), inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.

Las sales aumentan el pH y afectan la absorción de otros elementos (K+, NO3, PO4) por la planta, aumentan la presión osmótica en la solución del suelo e inhiben la división celular.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

De acuerdo con la fisiología de las plantas y teniendo en cuenta las propiedades de los suelos colombianos, cada una de las variables incluidas en el criterio, tiene rangos donde no es posible el cultivo tecnificado de banano. Se consideran no aptas (N1), para el cultivo, las tierras que presenten saturaciones de sodio (PSI) superior a 15%, suelos con salinidad mayor de 4 dS/m y donde la saturación de aluminio supere el 30%.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

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

En cuanto a los contenidos de sales y sodio, la base del mapa nacional de correlación de suelos, no en todos los casos presenta valores, en algunos se refiere a presencia o ausencia del mismo. En la concentración de aluminio sí existe una correlación con los rangos propuestos y las calificaciones cualitativas.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio se extractaron de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), y se dio la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables, así:

Salinidad o sodicidad				Saturación de aluminio	
Salinidad (dS/m)	Sodicidad (PSI)	Aptitud		Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤ 1	≤ 15	Alta (A1)		≤ 5	Alta (A1)
1-2	-	Media (A2)		5-15	Media (A2)
2-4	-	Baja (A3)		15-30	Baja (A3)
> 4	> 15	No apta (N1)		> 30	No apto (N1)

Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo del cultivo, ya que reduce las posibilidades del adecuado desarrollo de las plantas, por lo tanto, bajo nivel de formación de frutos y, en consecuencia, malos índices de producción.

Árbol de decisión para el criterio

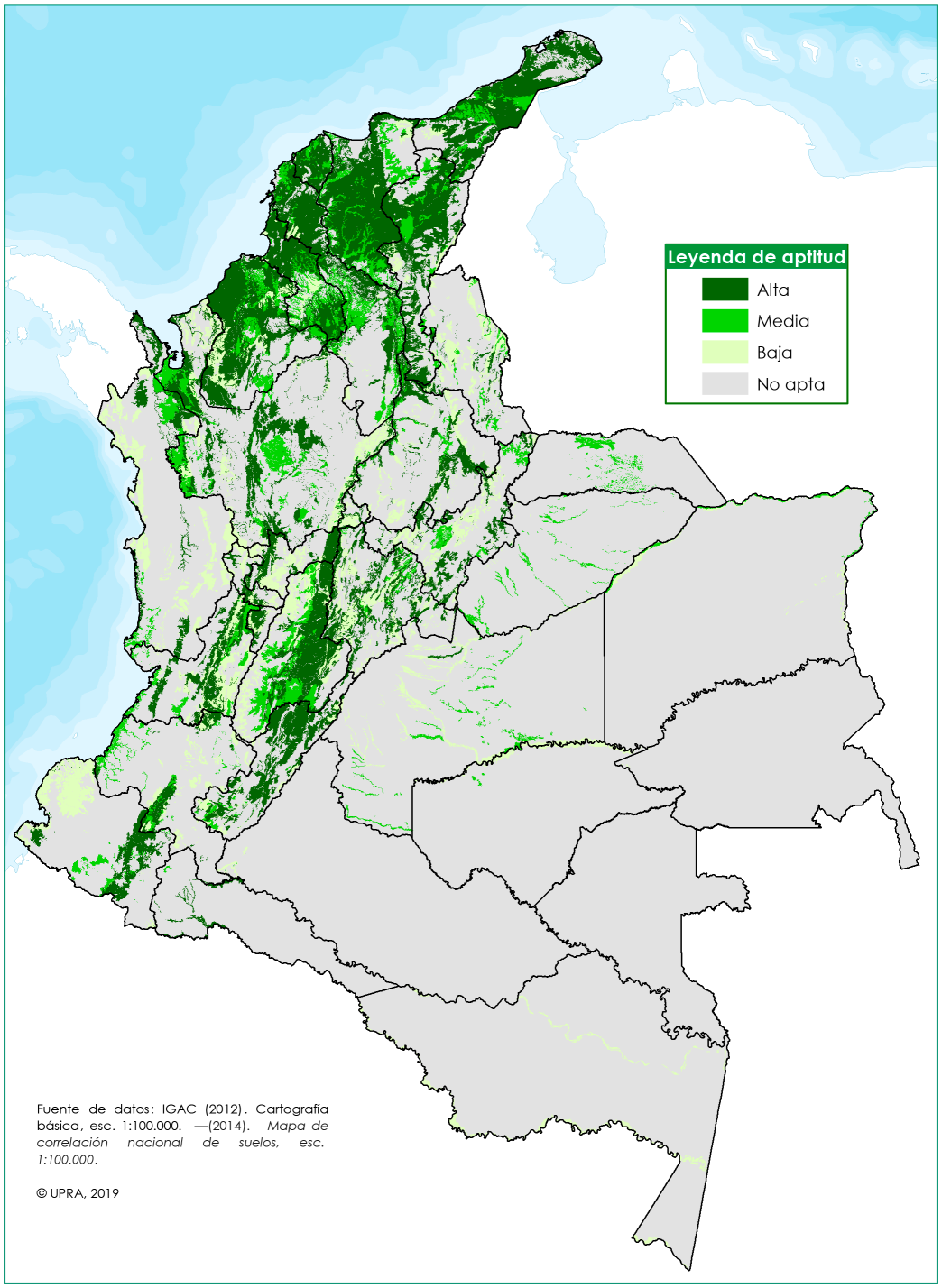
Saturación de aluminio (%)	Salinidad (dS/m)	Sodicidad (PSI)	Aptitud
≤ 5	< 1	≤ 15	A1
		>15	N1
	1-2	≤ 15	A2
		>15	N1
	2-4	≤ 15	A3
		>15	N1
	> 4	Cualquiera	N1
5-15	< 1	≤ 15	A2
		>15	N1
	1-2	≤ 15	A2
		>15	N1
	2-4	≤ 15	A3
		>15	N1
	> 4	Cualquiera	N1
15-30	< 1	≤ 15	A3
		>15	N1
	1-2	≤ 15	A3
		>15	N1
	2-4	≤ 15	A3
		>15	N1
	> 4	Cualquiera	N1
>30	Cualquiera	Cualquiera	N1

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.5.1 Variable salinidad o sodicidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**			
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO			
VARIABLE: salinidad o sodicidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** salinidad (dS/m) y sodicidad (PSI)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	✓
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el contenido alto de sales solubles o sodio intercambiable en el suelo. El contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica (CE), pero puede expresarse con cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio (Na) se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

La salinidad y la sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural, se asocian con el fenómeno climático de aridez, con los materiales de origen ricos en sales, como sucede con algunas rocas sedimentarias y con los ascensos del nivel freático, el cual deja en la parte superficial del suelo altos contenidos de sales o de sodio. En forma adquirida, se relaciona con riegos prolongados con aguas de altos contenidos de sales, así como también con aguas de buena calidad, pero mal manejadas en climas con regímenes de humedad ústico.

En suelos salinos, el catión sodio es el que predomina en la solución del suelo, mientras que el calcio (Ca) y el magnesio (Mg), debido a su mayor fuerza de adsorción, ocupan la mayor proporción de los iones dentro de la doble capa difusa (forma intercambiable) Garavito (1979).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Los contenidos altos de sales solubles o de sodio intercambiable elevan de forma considerable el pH del suelo, lo que a su vez afecta en forma significativa los rendimientos del cultivo de banano.

El principal efecto perjudicial de las sales es la alta presión osmótica que se desarrolla en la solución del suelo (Garavito, 1979). El banano es una especie que no tolera excesos de sales en el suelo.

Algunos sectores del país con aptitud para el cultivo de banano se localizan en regiones donde se requiere de riego complementario, el cual requiere de un óptimo manejo para evitar la salinización. Los altos contenidos de sales o de sodio, tienen los siguientes efectos negativos en el desarrollo de las plantas:

- La salinidad influye en los valores del pH y por tanto afecta la disponibilidad de nutrientes.
- Afecta el ritmo de absorción de los iones potasio (K+), Nitrato (NO3), fosfato (PO4) y calcio (Ca+).
- Afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta.
- El sistema radicular no se desarrolla en forma adecuada.
- Las raíces profundizan menos y hay menos ramificaciones.
- No hay división y crecimiento celular y, por tanto, las plantas crecen menos.

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

Se considera que en las unidades de tierra con presencia de conductividad eléctrica mayor de 4 dS/m y saturación de sodio mayor de 15%, no son aptas (N1) para el establecimiento del cultivo de banano, debido a las mínimas probabilidades de un buen desarrollo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información; en los estudios generales de suelos a escala: 1:100.000 solamente aparece la presencia o no presencia de sales.

Las sales no se presentan de manera uniforme: varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año. La presencia se evidencia en forma de manchas y costras (las sales se presentan como afloramientos de costras blancas, mientras que el sodio, en costras negras, debido a la dispersión de la materia orgánica). Estas características dificultan la toma de información por parte de los edafólogos en el campo para realizar su respectivo mapeo.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información de los suelos salinos o no salinos y sódicos o no sódicos se obtuvieron a partir de la base del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). La calificación de salino o no salino y de sódico o no sódico se le dio al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables, como clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.

Los límites de variación se construyen a partir de la tabla de fertilidad en la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014).

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Suelos con aptitud alta (A1) son los que presentan conductividad eléctrica menor de 1 dS/m (no salino) y menos del 15% de Na intercambiable; con aptitud media (A2), se califican los suelos ligeramente salinos (1 a 2 dS/m); los suelos con baja aptitud (A3) son aquellos que presentan de 2 a 4 dS/m y los suelos no aptos técnicamente (N1), son suelos sódicos, que presentan más del 15% de saturación de Na o más de 4 dS/m de salinidad.

Salinidad o sodicidad

Salinidad (dS/m)	Aptitud
≤ 1	Alta (A1)
1-2	Media (A2)
2-4	Baja (A3)
> 4	No apta (N1)

Sodicidad (PSI)	Aptitud
≤ 15	Alta (A1)
> 15	No apta (N1)

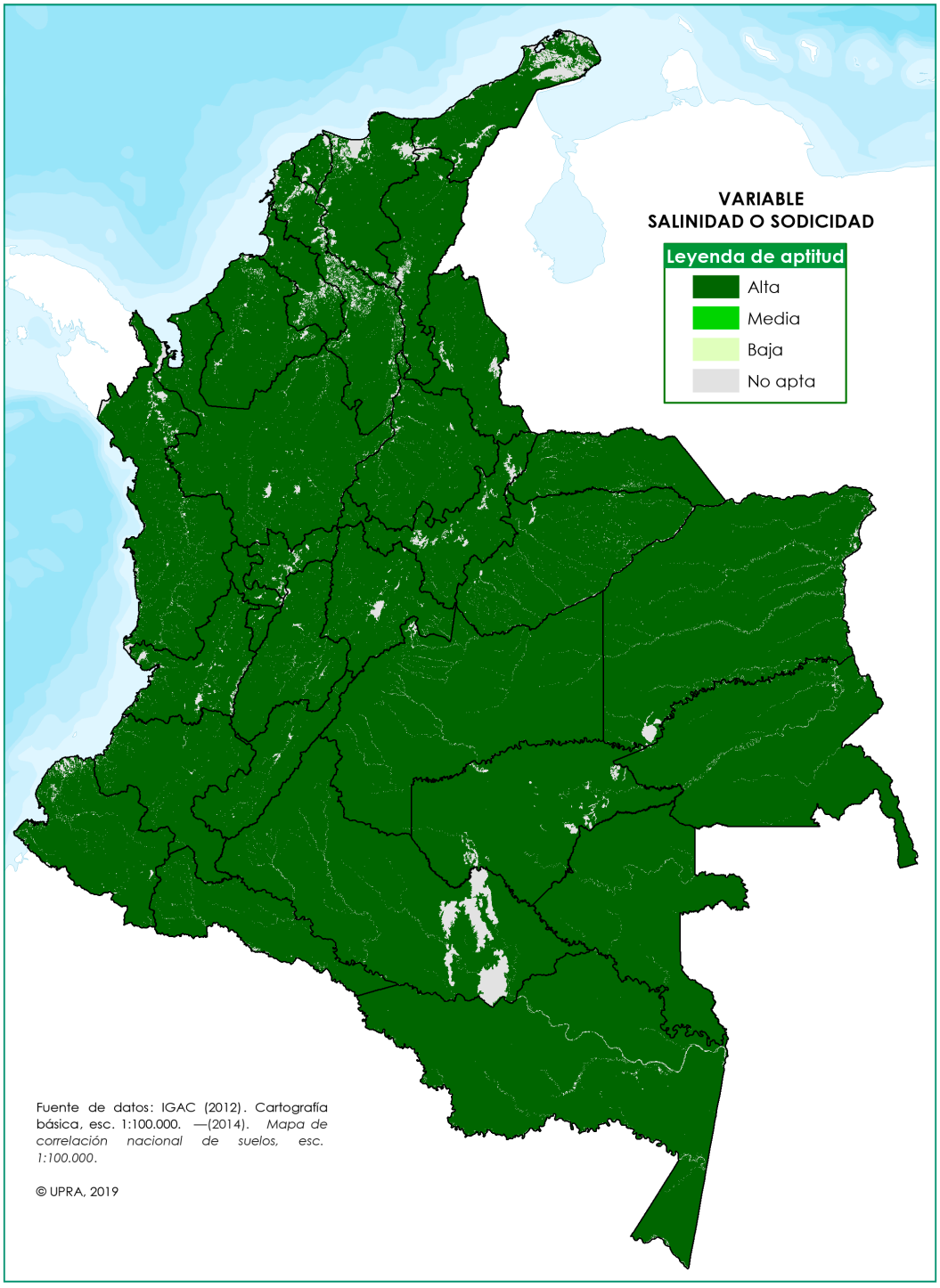
Los rangos de aptitud de las variables, están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACION DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Garavito, F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos.* Bogotá: IGAC, 148-149 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales.* Bogotá: IGAC.

1.5.2 Variable saturación de aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES, SODIO Y ALUMINIO		
VARIABLE: saturación de aluminio	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la proporción de Al+++ en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Se debe a los iones Al+++ e H+ intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl); también incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La saturación de aluminio del suelo (SAl) hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al+++), que es abundante en suelos ácidos con pH menor de 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas porque inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.

Se ha establecido que, cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al+++ en la solución del suelo, la saturación es menor de 60% y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al; cuando es mayor de 60%, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortés y Malagón, 1984).

Tambien limita la degradación microbiana de la materia orgánica, inhibe el crecimiento de las raíces y como consecuencia, reduce la toma de agua y de nutrientes, afectando la productividad. En la zonificación de aptitud de las tierras para el cultivo de banano (Musa sp. AAA), los excesos de aluminio disminuyen la disponibilidad del

fósforo, elemento importante en el suministro de energía para las plantas y responsable de un buen desarrollo de las raíces.

Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al+++ intercambiable es necesario aplicar altas dosis de enmiendas alcalinas, para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar plantas que sean tolerantes a la acidez (Cortés y Malagón, 1984).

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

Aunque es posible modificar el contenido de aluminio mediante el encalamiento, práctica que puede llegar a resultar muy costosa, se considera como no apto para el cultivo de banano, el contenido de aluminio mayor de 30%.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a la escala 1:100.000 son asociaciones y se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la misma; esto significa que dentro de esta existen áreas de diferentes tamaños que tienen contenidos de aluminio distintos al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La calificación de aptitud de los diferentes contenidos de aluminio (Al+++) se obtuvo a partir de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

Los rangos se obtienen de la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014).

La calificación para obtener estos rangos se hace a partir del mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tenían información se infirieron, correlacionando otras variables como pH, clima y la nemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo como base las diferentes consultas con gremio, la industria, productores y reportes técnicos, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con saturación de aluminio inferiores a 5 %; aptitud media (A2), entre 5 y 15 %, aptitud baja (A3), saturaciones de aluminio entre 15 y 30 y se excluyen las tierras con valores mayores de 30 %.

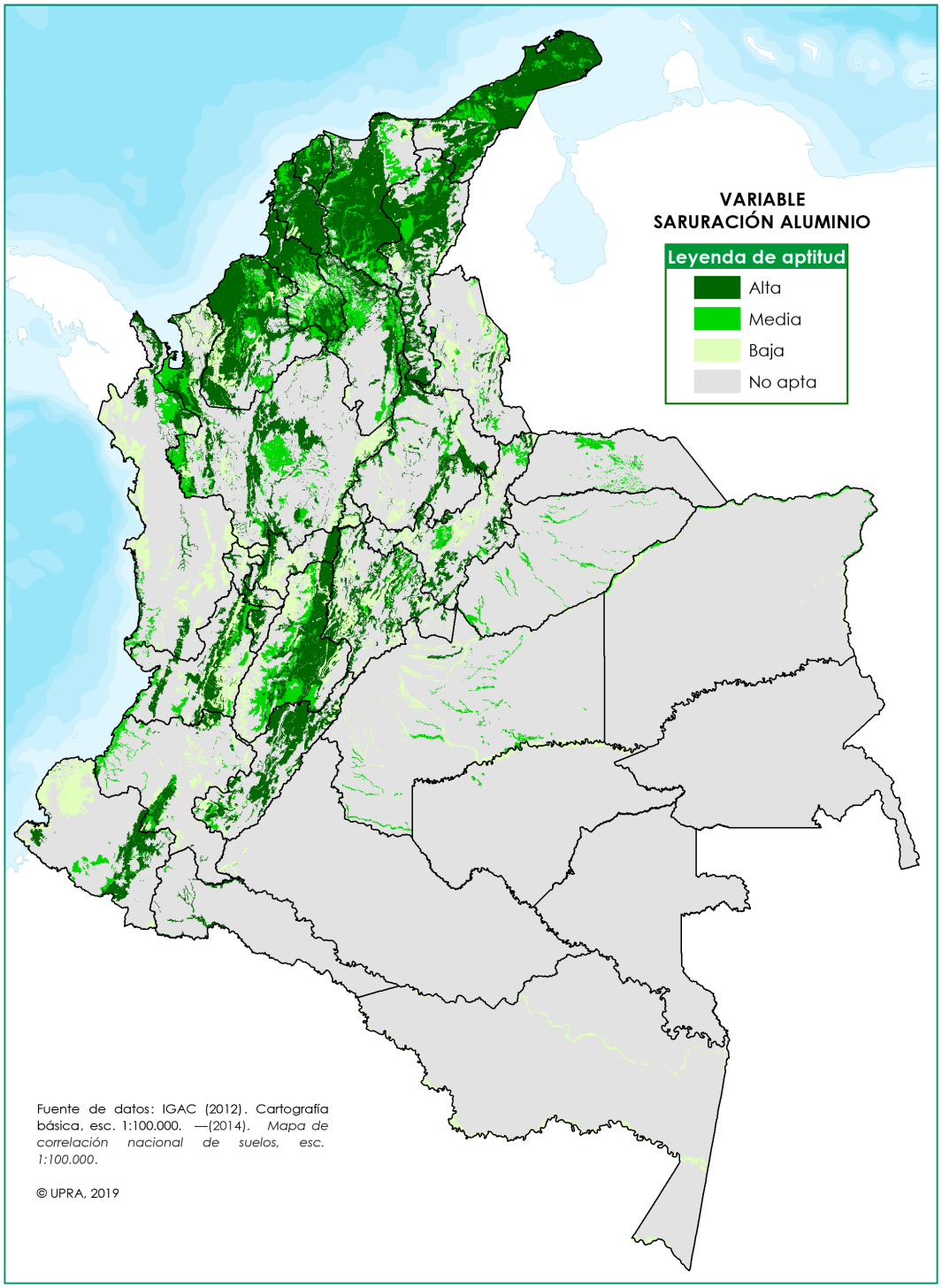
Rangos de aptitud

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
≤ 5	Alta (A1)
5-15	Media (A2)
15-30	Baja (A3)
> 30	No apto (N1)

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: UJTL. 360 p.
- Garavito F. (1979). *Propiedades químicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. 128-130 p.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales.* Bogotá: IGAC.

1.6 Criterio disponibilidad de humedad

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Régimen de humedad, expresada en clases de regímenes de humedad.
- Textura, expresada en clases texturales.

DEFINICIÓN

Es la capacidad que tienen los suelos de almacenar y suministrar agua para las plantas de banano en cantidades suficientes para su desarrollo, en condiciones naturales.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

El agua es la responsable de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas que suceden en el suelo, así como del crecimiento de las plantas. En condiciones naturales, donde no existe posibilidad de riego, la capacidad de retención de agua que tienen los suelos es de gran importancia, ya que de ella y de las características climáticas de la región, depende el desarrollo de los cultivos de banano.

Se relaciona con el contenido y movimiento interno del agua en el suelo y con la posibilidad de retención de humedad durante el año, la cual depende de las clases texturales de los suelos y de los regímenes pluviométricos.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Se considera que los regímenes de humedad perácuico y arídico no tienen aptitud (N1) para desarrollar cultivos tecnificados de banano. En el primer caso, se presenta ausencia de oxígeno, lo cual significa intoxicación en las raíces de las plantas; en el segundo, no hay condiciones climáticas para el almacenamiento de humedad; ambas situaciones conllevan a grandes pérdidas en la producción.

La textura no presenta exclusiones para el cultivo tecnificado de banano, dado que, en diferentes clases texturales, es posible el establecimiento y desarrollo del cultivo con diferentes grados de aptitud.

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 calificó el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de una unidad cartográfica existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes distintas.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de humedad se obtuvieron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), dando la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables:

Clases de regímenes de humedad	Aptitud
Údico	Alta (A1)
Ústico	Media (A2)
Ácuico	Baja (A3)
Perácuico y arídico	No apta (N1)

Textura (clases texturales)	Aptitud
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	Alta (A1)
FA, L, F, FL, orgánicos	Media (A2)
A, AF	Baja (A3)

Los rangos de aptitud de cada variable están dados de acuerdo con diferentes consultas al gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un buen desarrollo de las plantas, reflejado en la disminución de la producción.

Árbol de decisión para el criterio

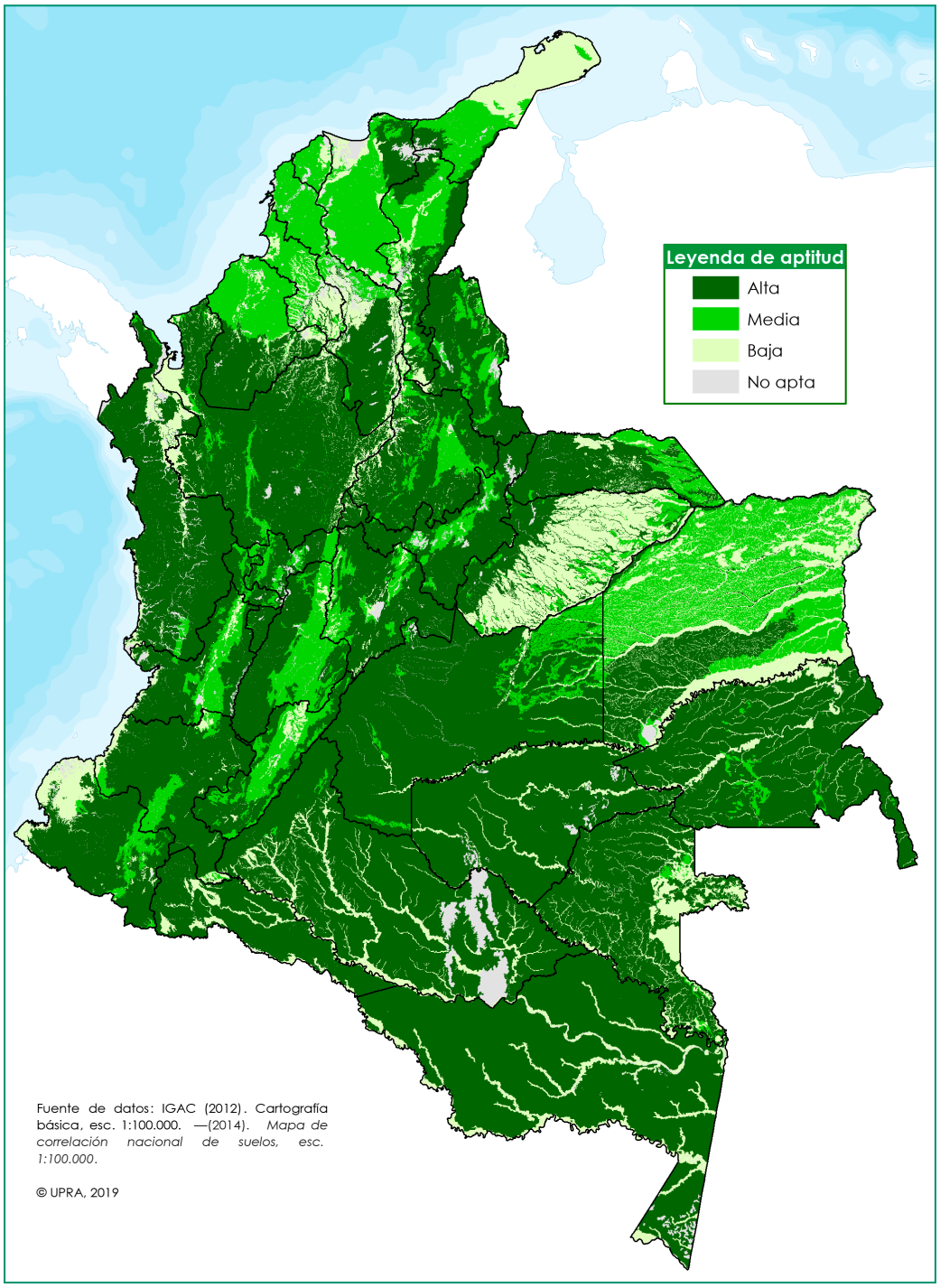
Clases de regímenes de humedad	Textura (clases texturales)	Aptitud
Údico	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	A1
	FA, L, F, FL, orgánicos	A1
	A, AF	A2
Ústico	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	A2
	FA, L, F, FL, orgánicos	A2
	A, AF	A3
Ácuico	Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	A3
	FA, L, F, FL, orgánicos	A3
	A, AF	A3
Perácuico y arídico	Cualquiera	N1



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

1.6.1 Variable régimen de humedad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
VARIABLE: régimen de humedad	**UNIDAD DE MEDIDA:** cualitativa (clase de régimen)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Se refiere a la presencia o ausencia ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por períodos de un año. El agua retenida a una tensión de 1500 kPa o más no está disponible para mantener con vida la mayoría de las plantas mesófilas (USDA, 2014).

Údico: el régimen údico (del lat. udus, húmedo) es aquel en el cual la sección control de humedad del suelo no está seca en cualquier parte durante tanto tiempo como 90 días acumulativos en años normales.

Perúdico: (del lat. *per*, a lo largo en el tiempo, y del lat. udus, húmedo), en climas donde la precipitación supera la evapotranspiración en todos los meses en año normales, la tensión de humedad raramente alcanza 100 kPa en la sección de control de humedad del suelo, aunque hay breves períodos ocasionales, cuando se utiliza un poco de humedad almacenada. El agua se mueve a través del suelo en todos los meses cuando no se congela.

Ústico: el régimen ústico (del lat. *ustus*, quemado; implica sequedad), es intermedio entre el régimen arídico y el údico. Tiene humedad limitada, pero presente en un momento en condiciones que son adecuadas para el crecimiento vegetal. El concepto de régimen ústico no se aplica a suelos que tienen *permafrost.*

Si la temperatura media anual del suelo es 22 °C o superior, o si las temperaturas medias de verano y de invierno del suelo difieren en menos de 6 °C a una profundidad de 50 cm, la sección control de humedad del suelo en áreas de régimen ústico está seca en alguna o todas las partes, en 90 o más días acumulativos en años normales. Es húmedo, sin embargo, en alguna parte, ya sea durante más de 180 días acumulativos por año o 90 o más días consecutivos.

Ácuico: el régimen de humedad ácuico (del lat. *aqua*) es de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado de agua. Algunos suelos están saturados con agua, a veces mientras el

oxígeno disuelto está presente, ya sea porque el agua está en movimiento o porque el entorno es desfavorable para los microorganismos (por ejemplo, si la temperatura es inferior a 1 °C, este régimen no es considerado ácuico).

Perácuico: hay suelos, sin embargo, en los que el agua subterránea está siempre en o muy cerca de la superficie. Ejemplos de ello son los suelos de marismas de marea o en el litoral, depresiones cerradas, alimentadas por arroyos perennes.

Arídico: regímenes de humedad arídico y tórrido (del lat. *aridus*, seco, y del lat. *torridus*, caliente y seco). Estos términos de regímenes de humedad del suelo se utilizan para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía.

En el régimen de humedad arídico (tórrido), la sección de control humedad en años normales es:

a. Seco en todas las partes por más de la mitad de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm está por encima de 5 C.
b. Húmeda en alguna o en todas partes por menos de 90 días consecutivos, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm está por encima de 8 C.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

En condiciones de secano, la disponibilidad natural de agua en el suelo es indispensable para el establecimiento, desarrollo y producción de cultivos tecnificados de banano; el régimen de humedad údico es el óptimo, ya que mantiene el suministro de agua la mayor parte del año; los regímenes muy secos o muy húmedos limitan en la mayoría de los casos, el normal desarrollo de las plantas.

El régimen de humedad del suelo se relaciona con las características climáticas de la zona y, en muchos casos, con las clases texturales dominantes en el suelo, por tanto, se consideran un indicador de la disponibilidad de agua para las plantas.

Los regímenes de humedad están condicionados a la distribución de las lluvias de cada una de las regiones y al número de días secos consecutivos durante el año.

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

Se excluyen, como zonas no aptas (N1), los suelos con regímenes de humedad de condiciones extremas por exceso (perácuico) o por déficit (arídico).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan unidades cartográficas denominadas asociaciones (que tienen dos o más componentes taxonómicos); se calificó el régimen de humedad del componente taxonómico de mayor porcentaje; esto significa que, dentro de un área determinada, pueden existir regímenes de humedad diferentes al que se está calificando.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso de evaluación de la variable de régimen de humedad de los suelos se realizó a partir de la información del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

En los casos en que no está definido el régimen de humedad dentro de la base de datos del mapa, se complementó interpretando la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo en cuenta el aporte de humedad del suelo para los cultivos tecnificados de banano, se consideran los siguientes rangos de aptitud:

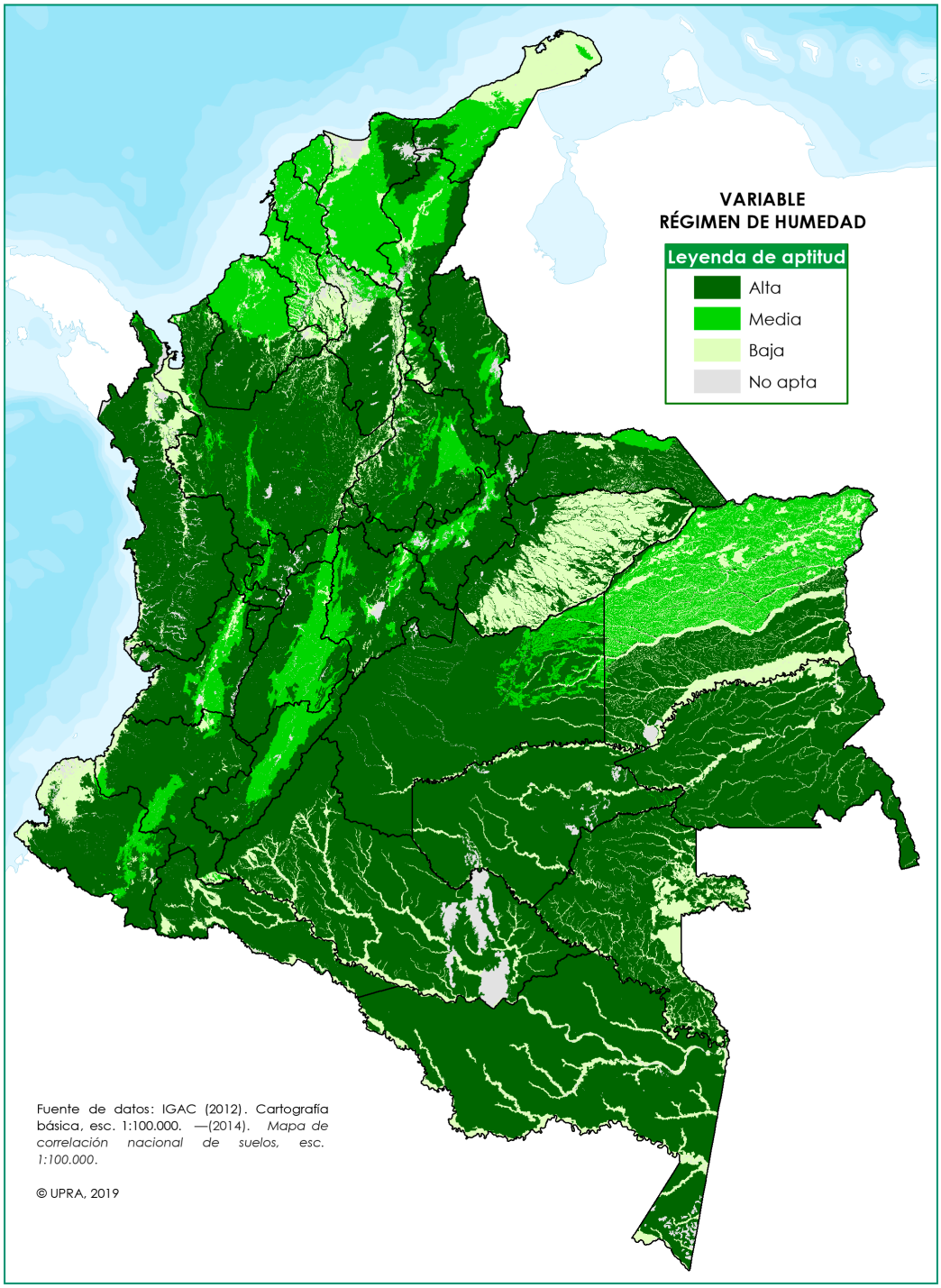
Clases de regímenes de humedad	Aptitud
Údico	Alta (A1)
Ústico	Media (A2)
Ácuico	Baja (A3)
Perácuico y arídico	No apta (N1)



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- USDA y NRCS. (2014). *Keys to Soil Taxonomy.* Soil Survey Staff. EUA: USDA.

1.6.2 Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**			
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD			
VARIABLE: textura	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional (clases texturales)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Son las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la "tierra fina" del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (Malagón y Montenegro, 1990), y se relaciona con la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo.

Las clases texturales se presentan de acuerdo con el triángulo textural en la siguiente tabla:

Arenosa (A)
Arenosa franca (AF)
Franco arenosa (FA)
Franca (F)
Franco limosa (FL)
Limosa (L)
Franco arcillo arenosa (FArA)
Franco arcillosa (FAr)
Franco arcillo limosa (FArL)
Arcillo arenosa (ArA)
Arcillo limosa (ArL)
Arcillosa (Ar)

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La textura del suelo es una propiedad física que está estrechamente relacionada con otras como la capacidad de retener agua (las texturas finas retienen más agua que las gruesas), la permeabilidad y los índices de plasticidad. Se relaciona con la porosidad, donde el espacio entre partículas permite que se pueda retener y mover el oxígeno, favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.

En la medida en que los suelos presenten mayores porcentajes de arcilla, se aumenta proporcionalmente la capacidad de retener humedad; los tamaños de partículas más gruesos, facilitan la permeabilidad, mas no la retención.

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

No hay exclusión (N1) en razón a que las diferentes clases texturales presentan una amplia gama de retención de humedad en las cuales el cultivo tecnificado de banano se puede desarrollar, pero con rendimientos diferenciales.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones o complejos de suelos, lo cual dificulta su calificación; esta se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales del componente taxonómico de mayor representatividad. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, pero no representados espacialmente.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar la textura de las unidades cartográficas de suelos fue el mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014).

La asignación de los rangos radica en que, a mayor contenido de arcillas, el suelo tiene mayor capacidad de retener humedad, la cual servirá de reserva para los períodos en los que la lluvia disminuye.

Esta variable se califica con base en los requerimientos del cultivo de banano consultados con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las clases texturales que presentan aptitud alta (A1), tienen mayores contenidos de arcilla; estos favorecen una alta retención de humedad que permite al suelo tener reservas para la época de bajas lluvias. También se incluyen los horizontes orgánicos en esta calificación debido a la alta capacidad que tiene la materia orgánica de retener humedad.

Las texturas con aptitud media (A2), tienen mejor balance entre las partículas finas y las gruesas; por lo tanto, la retención de humedad se encuentra en un nivel intermedio.

Las clases texturales gruesas se determinaron con aptitud baja (A3), debido a que el dominio de los porcentajes de arena sobre los de limo y arcilla, desfavorece la retención de agua necesaria para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo de banano.

Rangos de aptitud

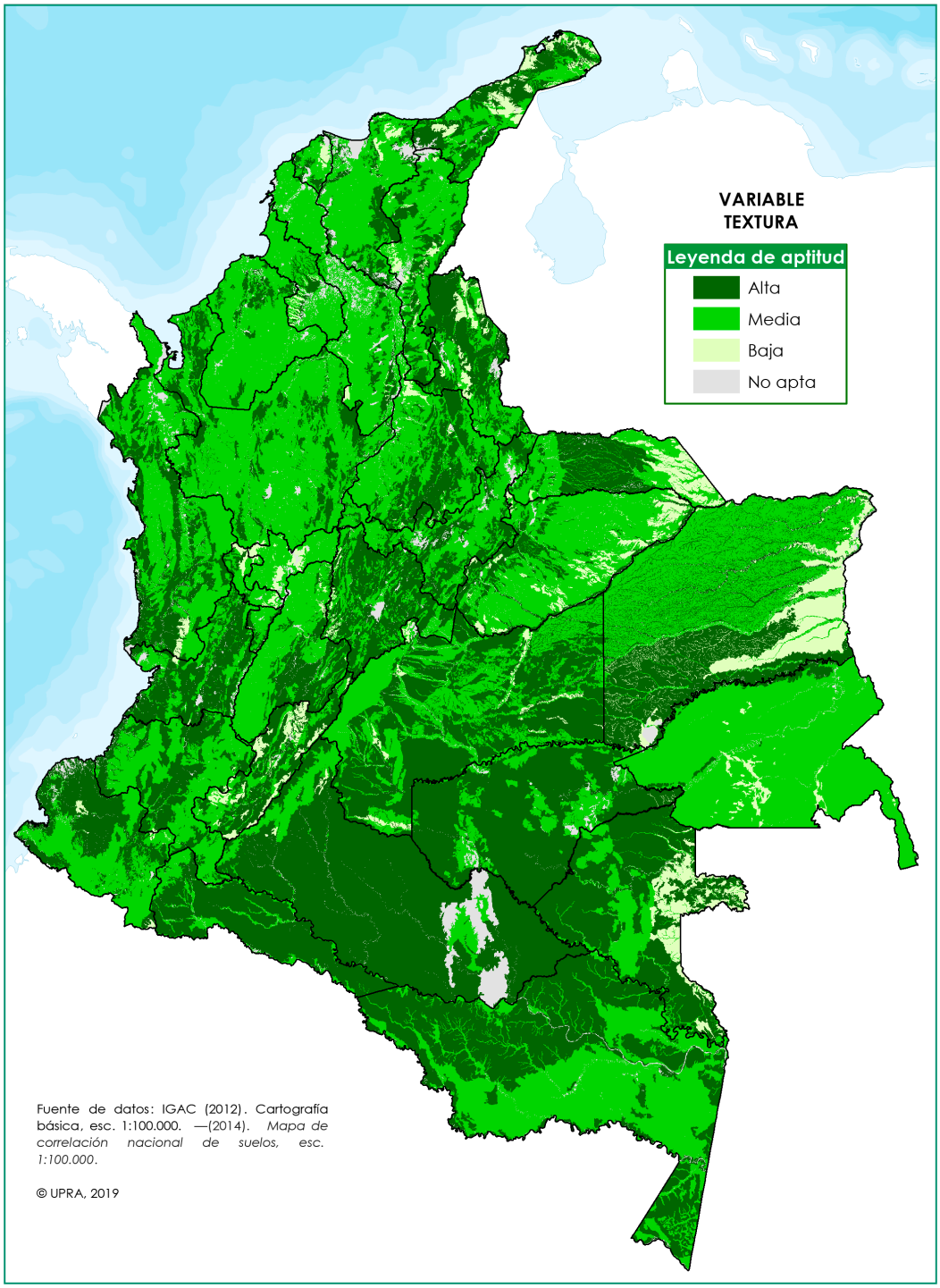
Textura (clases texturales)	Aptitud
Ar, ArA, ArL, FAr, FArA, FArL	Alta (A1)
FA, L, F, FL, orgánicos	Media (A2)
A, AF	Baja (A3)



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Malagón, D. y Montenegro, H. (1990). Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: IGAC. 101, 157-158 p.

1.7 Criterio disponibilidad de oxígeno

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Susceptibilidad a inundaciones, expresada en fases cartográficas de inundación.
- Drenaje natural, expresado en clases de drenaje natural.

DEFINICIÓN

Es la cualidad que indica las condiciones de aireación del suelo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros permiten la libre circulación del CO2 hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Este incide en la producción de los cultivos tecnificados de banano dado que indica el buen suministro de oxígeno en suelos bien drenados, así como el estrés generado por excesos de agua (anoxia), afectando el metabolismo normal en la nutrición vegetal.

La aireación del suelo permite el desarrollo de las raíces aeróbicas y, por ende, todas las funciones fisiológicas de las plantas, lo que conlleva a altas producciones de frutos. Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados o a permanecer encharcados, puede afectar el desarrollo normal de las plantas de banano, porque la ausencia de oxígeno en la matriz del suelo produce intoxicación de las mismas.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No se consideran tierras sin aptitud (N1) para el cultivo de banano, ya que las tierras pueden adaptarse en la mayoría de los casos mediante obras de infraestructura encaminadas a proporcionar buen drenaje o para impedir las inundaciones.

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 diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes distintas.

La falta de información de la periodicidad y duración de las inundaciones no permite precisión en la delimitación de las áreas no aptas para el cultivo; solamente permite conocer si el polígono de suelos es o no inundable.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de oxígeno se extractaron del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014) y se dio la calificación que técnicamente se consideró a cada una de las variables:

Inundaciones	Aptitud
No hay	Alta (A1)
Cortas	Media (A2)
Largas y muy largas	Baja (A3)

Drenaje natural	Aptitud
Bueno, moderado	Alta (A1)
Imperfecto, excesivo	Media (A2)
Pobre, muy pobre	Baja (A3)

Los rangos de aptitud de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para determinar los diferentes niveles de aptitud del criterio fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo del cultivo de banano, ya que implica bajo desarrollo de las plantas y, en general, disminución de la producción.

Árbol de decisión para el criterio

Drenaje natural	Inundaciones	Aptitud
Bueno, moderado	No hay	A1
	Cortas	A1
	Largas y muy largas	A2
Imperfecto, excesivo	No hay	A2
	Cortas	A2
	Largas y muy largas	A3
Pobre, muy pobre	No hay	A3
	Cortas	A3
	Largas y muy largas	A3

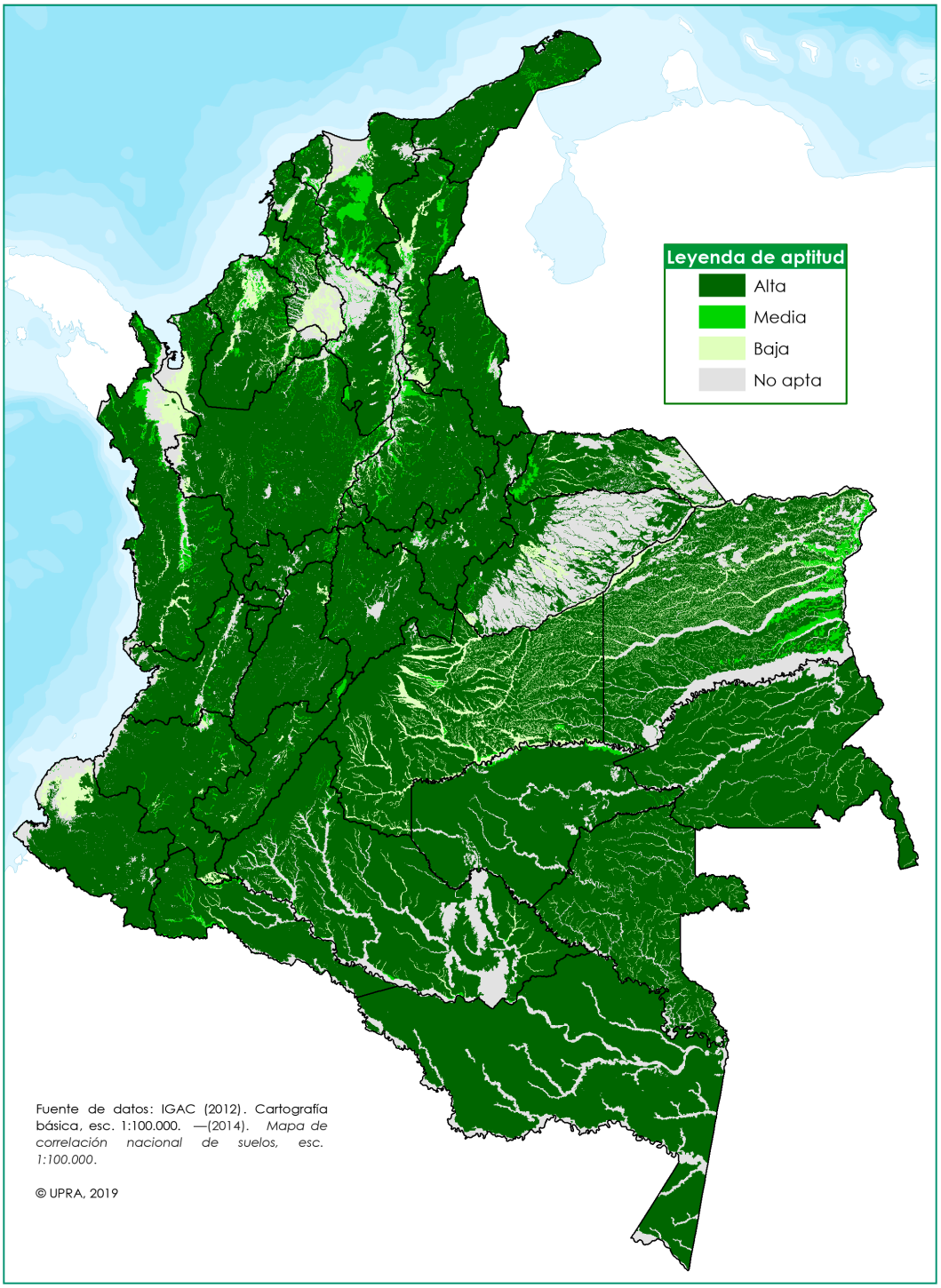


Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



Fuente de datos: IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000. —(2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.7.1 Variable susceptibilidad a inundaciones

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
VARIABLE: susceptibilidad a inundaciones	UNIDAD DE MEDIDA: cualitativa (fases cartográficas de inundación)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua, o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas (OMM y Unesco, 2012).

El IGAC (2010), clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo con la frecuencia en que ocurren y la duración, de acuerdo con las siguientes tablas:

Clases por frecuencias de las inundaciones o encharcamientos

Clase	Evento
No hay	-
Rara	Una cada 10 o más años
Ocasional	Una cada 2 a 5 años
Frecuente	Una a dos por año
Muy frecuente	Más de dos por año

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

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Las inundaciones generalmente afectan el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales, más aún cuando duran largos periodos de tiempo. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamientos por parte de las plantas depende de cada especie.

El cultivo de banano tolera encharcamientos e inundaciones por períodos muy cortos; en caso contrario, se presentan significativas pérdidas económicas, desde retrasos en el crecimiento, pérdida de vigor, daños por enfermedades, pudriciones radiculares y hasta la muerte de las plantas.

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

No hay tierras sin aptitud (N1), debido a que, en la mayoría de los casos, se pueden llevar a cabo obras de infraestructura que minimicen las inundaciones.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014), muchas unidades cartográficas no registran información sobre fase por inundación o encharcamiento. Por lo tanto, en la zonificación para el cultivo tecnificado de banano se incluye su análisis, tomando como base algunas formas de terreno, tipos de relieve, información de los perfiles modales y también los del régimen de humedad que proporcionan los nombres taxonómicos, sin pretender excluir el total de las zonas inundables, debido a que no se puede predecir la duración del evento que es la causante de los daños en los cultivos.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

Después de complementada la base de datos con la presencia o no presencia de inundaciones, se procedió a inferir el tiempo de duración con las variables de paisaje, drenaje natural y nemotecnia de los nombres taxonómicos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las unidades cartográficas donde las inundaciones son extremadamente cortas, o son muy cortas, tienen aptitud alta (A1); las inundaciones cortas tienen aptitud media (A2), las largas, muy largas y extremadamente largas presentan aptitud baja (A3).

Rangos de aptitud

Inundaciones	Aptitud
No hay	Alta (A1)
Cortas	Media (A2)
Largas y muy largas	Baja (A3)

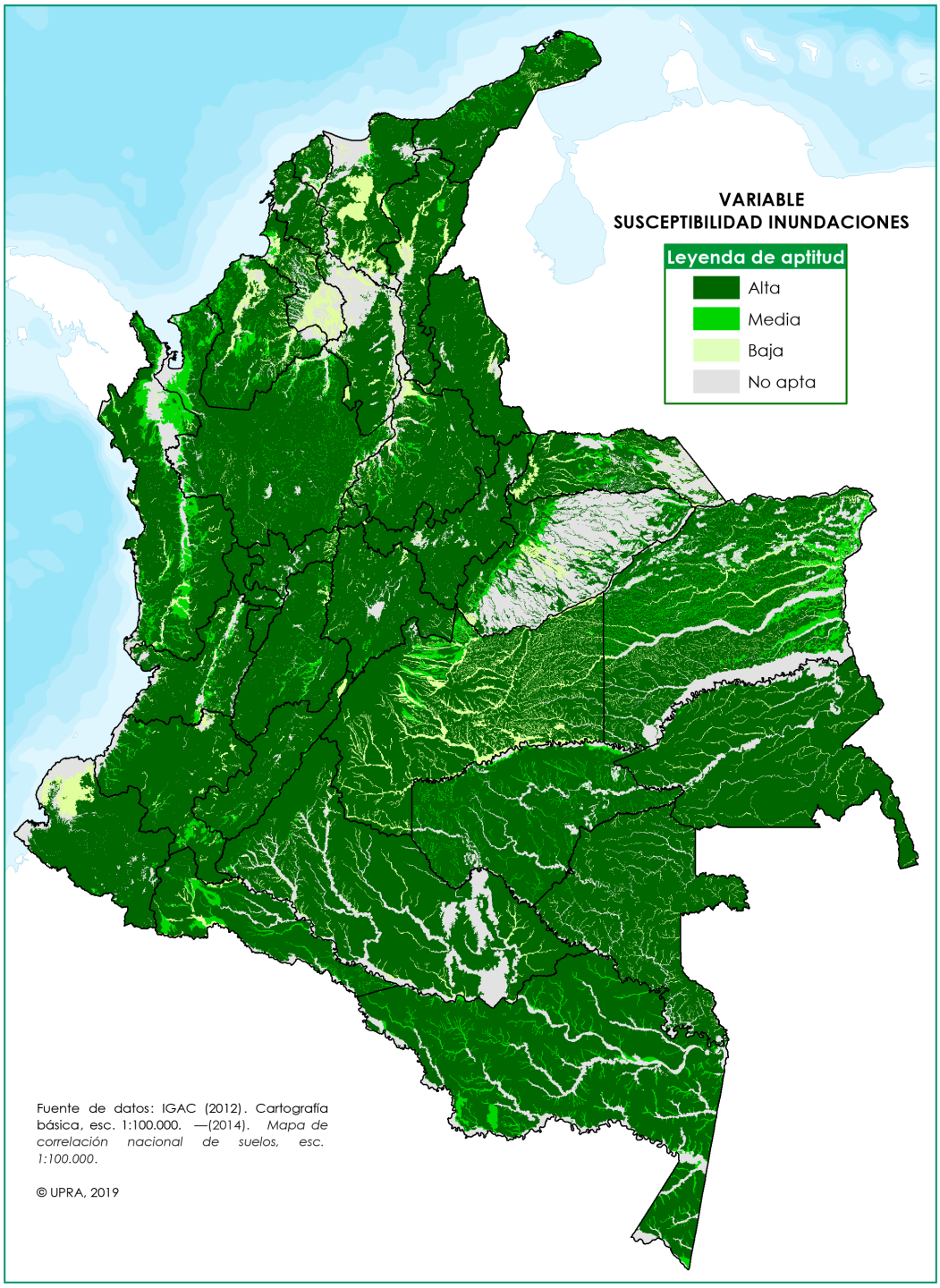
Los rangos de aptitud de las variables están dados con base en diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.



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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- OMM y Unesco. (2012). *Glosario hidrológico internacional.* Ginebra: WMO. 127 p.

1.7.2 Variable drenaje natural

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: EDÁFICO**			
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO			
VARIABLE: drenaje natural	**UNIDAD DE MEDIDA:** adimensional (clases de drenaje natural)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Se define como la rapidez y el grado de remoción de agua del suelo, por la escorrentía y el flujo a través del mismo, a los espacios subterráneos (USDA, 1961).

El drenaje natural combina los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre la pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción, colores gley, también de la profundidad a la cual aparece el nivel (Cortés y Malagón, 1984).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Esta incide sobre la respuesta de las plantas de banano a la presencia o ausencia de niveles freáticos a diferentes profundidades dentro de la zona radicular.

El cultivo de banano no soporta suelos pobremente drenados. Las condiciones de mal drenaje implican requerimientos de obras de adecuación de tierras que favorezcan el movimiento del agua interna y de la escorrentía.

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

Para el cultivo tecnificado de banano no se excluyen como zonas no aptas (N1), debido a que pueden hacerse obras de ingeniería que mejoren la condición de drenaje de los suelos.

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 que pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo, pero no se pueden representar espacialmente.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se realizó a partir de la información de la base de datos del mapa de correlación nacional de suelos (IGAC, 2014). En los casos en que no se dispuso de información sobre drenaje natural, se complementó interpretando la taxonomía de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los suelos con drenajes bueno y moderado tienen aptitud alta (A1), debido a que no hay restricciones por disponibilidad de oxígeno; los drenajes naturales imperfecto y excesivo tienen aptitud media (A2), por requerir de algunas obras para optimizar el oxígeno disponible. Los drenajes naturales pobre y muy pobre tienen aptitud baja (A3), por falta de oxígeno disponible eventualmente y, por consiguiente, requerir obras de mayor envergadura para adecuar el drenaje.

Rangos de aptitud

Drenaje natural	Aptitud
Bueno y moderado	Alta (A1)
Imperfecto y excesivo	Media (A2)
Pobre y muy pobre	Baja (A3)

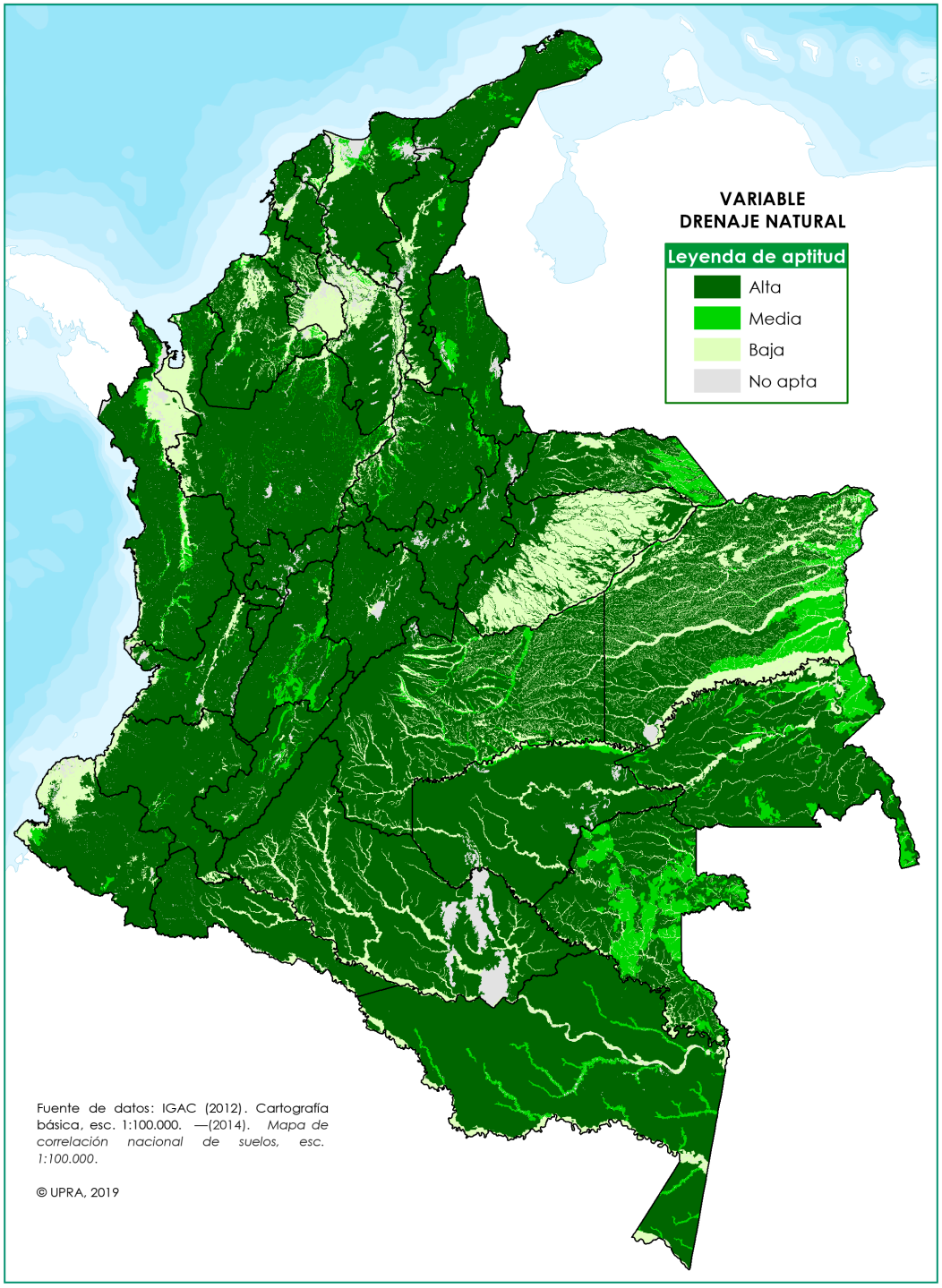
Los rangos de aptitud de la variable están dados de acuerdo con diferentes consultas con el gremio bananero y la literatura relacionada.

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: UJTL.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC. 119 p.
- _. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification.* Agriculture Handbook n.° 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.

1.8. Criterio susceptibilidad fitosanitaria

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Temperatura asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*, expresada en °C/año.
- Precipitación asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*, expresada en mm/año.
- Humedad relativa asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*, expresada en %/año.

DEFINICIÓN

Es la susceptibilidad generada por condiciones ambientales que propician la aparición de plagas o enfermedades en el cultivo de banano, que para el caso se estudia la enfermedad Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* por su importancia económica, además de su etiología claramente estudiada.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es una enfermedad foliar destructiva y costosa en la producción de banano, llegando a realizarse hasta 70 pulverizaciones de fungicidas sintéticos por año (Augura, 2016).

La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas; adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto (CIAT, 2013). *"El ciclo de la enfermedad se encuentra directamente influenciada*

por las condiciones climáticas, la variedad cultivada y el manejo agronómico del cultivo; de esta manera se ha establecido que la agresividad del patógeno está en relación directa con las condiciones climáticas, siendo evidente que las zonas más afectadas por la Sigatoka negra se caracterizan por tener una precipitación mayor a 1400 mm anuales, humedad relativa mayor al 80% y temperatura promedio entre 23 a 28 °C" (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez et al., 2005, citados por CIAT, 2013; Martínez *et al.*, 2002; Mobambo, 1995; Torrado y Castaño-Zapata, 2008).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

No se presentan para este criterio valores de exclusión.

LIMITANTES PARA LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Dentro del análisis para generar la cartografía, no existen modelos particulares (ecuaciones empíricas) y nacionales que relacionen directamente las variables ambientales con la enfermedad.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

A través de las referencias consultadas se establecieron los rangos de aptitud por variable condicionante (temperatura, precipitación y humedad relativa) individualmente del potencial de aparición, diseminación y ataque de la enfermedad; posteriormente fueron integradas las variables en el criterio por un árbol de decisión.

Temperatura (°C/año)	Aptitud
< 23 y >28	Alta (A1)
23-25	Media (A2)
25-28	Baja (A3)

Precipitación (mm/año)	Aptitud
< 1400	Alta (A1)
1400-3000	Media (A2)
> 3000mm	Baja (A3)

Humedad relativa (%/año)	Aptitud
< 80	Alta (A1)
80-85	Media (A2)
> 85	Baja (A3)

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Árbol de decisión para el criterio

Precipitación	Humedad relativa	Temperatura	Aptitud
A1	A1	A1	A1
		A2	A1
		A3	A1
	A2	A1	A1
		A2	A1
		A3	A1
	A3	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2

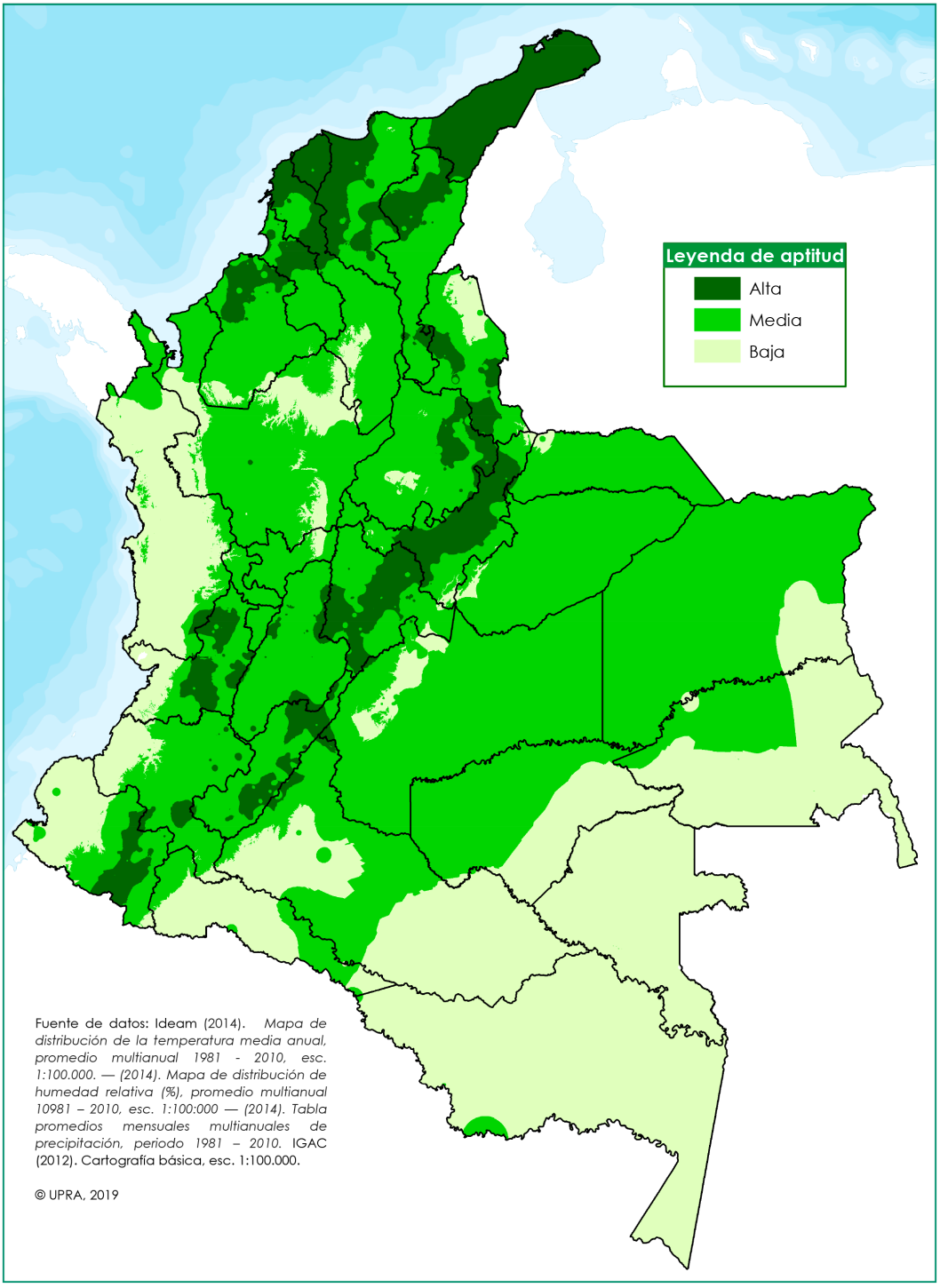
A2	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A2	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A3	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
A3	A1	A1	A2
		A2	A2
		A3	A2
	A2	A1	A2
		A2	A3
		A3	A3
	A3	A1	A2
		A2	A3
		A3	A3



Unidad de análisis	Isolíneas de temperatura, precipitación y humedad relativa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981 - 2010, esc. 1:100.000. — (2014). Mapa de distribución de humedad relativa (%), promedio multianual 10981 – 2010, esc. 1:100:000 — (2014). Tabla promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981 – 2010.* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Augura. (2016). *Solución natural para la Sigatoka negra del banano.* Recuperado de: https://www.augura.com.co/diario-de-noticias/solucion-natural-para-la-sigatoka-negra-del-banano/
- CIAT. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y Sigatoka negra en América Latina.* Cali: CIAT.
- Ideam. (2005). Atlas climatológico de Colombia. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.8.1. Variable temperatura asociada Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO**			
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA			
VARIABLE: temperatura asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*	**UNIDAD DE MEDIDA:** (°C/año)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como un índice de balance calórico, expresado en grados centígrados (Ideam, 2005), que para este caso tiene efecto sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de la Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* en el cultivo tecnificado de banano para exportación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es una enfermedad foliar destructiva y costosa en la producción de banano, llegando a realizarse hasta 70 pulverizaciones de fungicidas sintéticos por año (Augura, 2016). La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas; adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez *et al.*, 2005, citado por CIAT, 2013).

La enfermedad se encuentra directamente influenciada por las condiciones climáticas, para este caso se hace referencia del efecto de la temperatura sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de Sigatoka negra, *Mycosphaerella fijiensis*, en el cultivo de banano para exportación; específicamente temperaturas promedio entre 23 a 28 °C favorecen la enfermedad (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez et al., 2005, citado por CIAT, 2013; Martínez et al., 2002; Mobambo, 1995; Torrado y Castaño-Zapata, 2008).

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

Los rangos de evaluación de la variable temperatura media anual (°C/año) asociada a Sigatoka negra son los siguientes:

Temperatura (°C/año)	Aptitud
< 23 y >28	Alta (A1)
23-25	Media (A2)
25-28	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dentro del análisis para generar la cartografía, no existen modelos particulares (ecuaciones empíricas) y nacionales que relacionen directamente las variables ambientales con la enfermedad.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

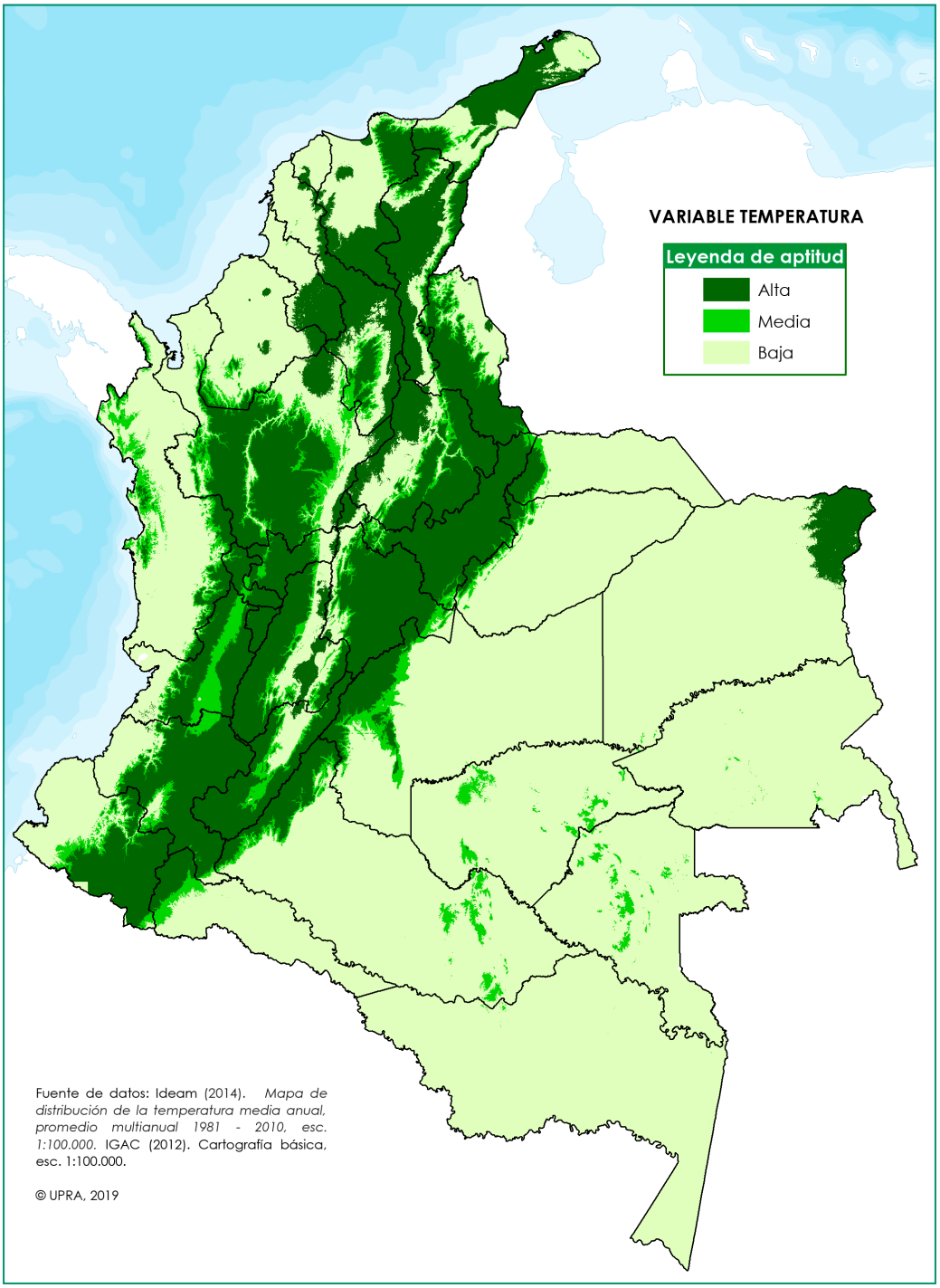
Unidades térmicas media tomadas del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.

Se realiza un ejercicio de delimitación espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis	Distribución de la temperatura en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Augura. (2016). *Solución natural para la Sigatoka negra del banano.* Recuperado de https://www.augura.com.co/diario-de-noticias/solucion-natural-para-la-sigatoka-negra-del-banano/
- CIAT. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y Sigatoka negra en América Latina.* Cali: CIAT.
- Ideam. (2005). Atlas climatológico de Colombia. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2014). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.



1.8.2. Variable precipitación asociada a Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish" PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO**			
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA			
VARIABLE: precipitación asociada a Sigatoka negra (Mycosphaerella fijiensis)	**UNIDAD DE MEDIDA:** (mm/año)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la caída de partículas de agua líquida o sólida que se originan en una nube, atraviesan la atmósfera y llegan al suelo. La cantidad de precipitación es el volumen de agua lluvia que pasa a través de una superficie en un tiempo determinado (Ideam, 2019), que para este caso tiene efecto sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de la Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* en el cultivo tecnificado de banano para exportación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es una enfermedad foliar destructiva y costosa en la producción de banano, llegando a realizarse hasta 70 pulverizaciones fungicidas sintéticos por año (Augura, 2016). La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas; adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez et al., 2005, citado por CIAT, 2013).

La enfermedad se encuentra directamente influenciada por las condiciones climáticas, para este caso se hace referencia del efecto de la precipitación sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de banano para exportación; específicamente precipitaciones mayores a 1400 mm anuales favorecen la enfermedad (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez et al., 2005, citado por CIAT, 2013; Martínez et al., 2002; Mobambo, 1995; Torrado y Castaño-Zapata, 2008).

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

Los rangos de evaluación de la variable temperatura media anual (mm/año) asociada a Sigatoka negra son los siguientes:

Temperatura (°C/año)	Aptitud
< 1400	Alta (A1)
1400 - 3000	Media (A2)
>3000	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dentro del análisis para generar la cartografía, no existen modelos particulares (ecuaciones empíricas) y nacionales que relacionen directamente las variables ambientales con la enfermedad.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Unidades térmicas media tomadas del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.

Se realiza un ejercicio de delimitación espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

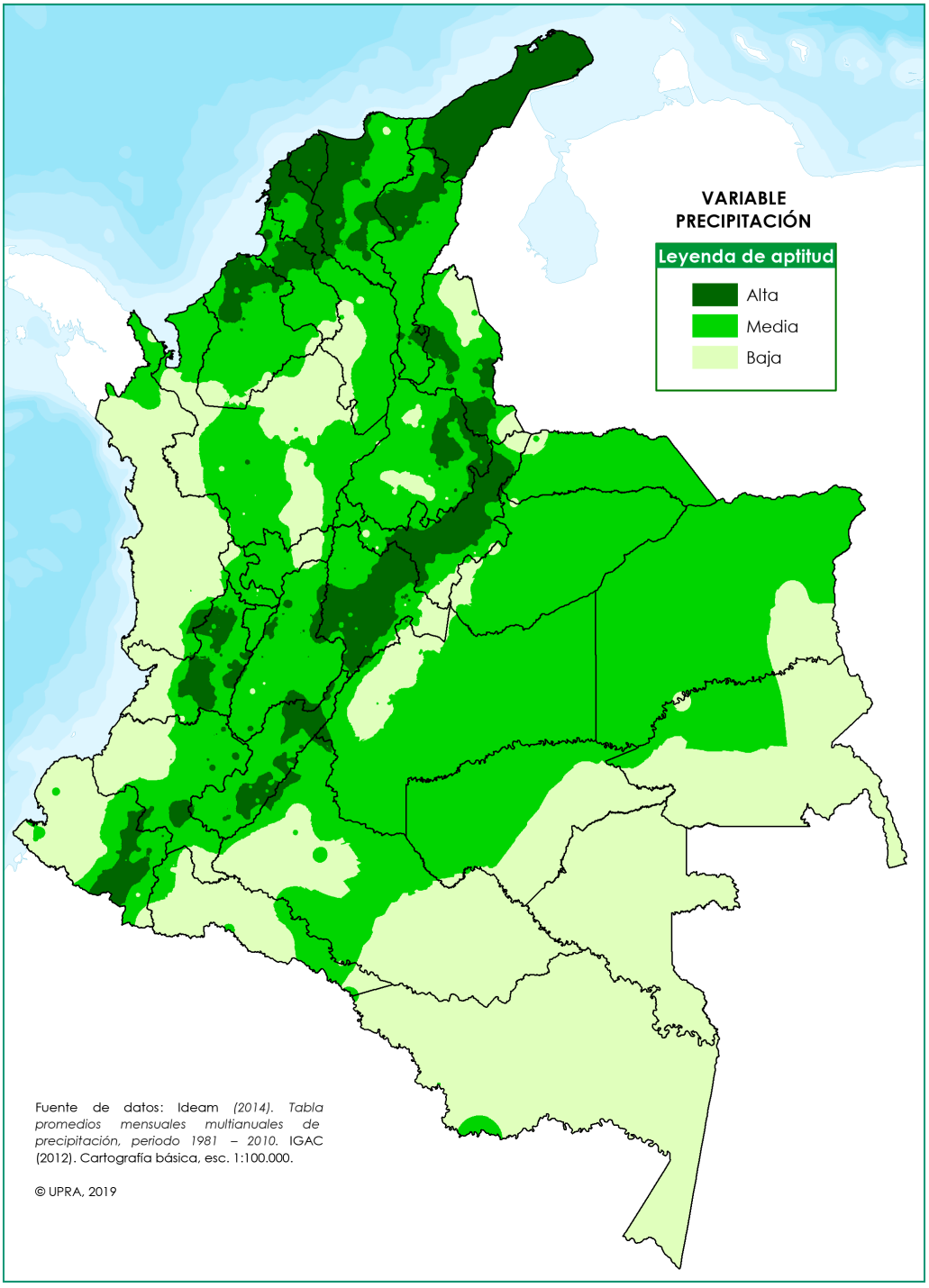


Unidad de análisis	Distribución de la temperatura en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Augura. (2016). *Solución natural para la Sigatoka negra del banano.* Recuperado de https://www.augura.com.co/diario-de-noticias/solucion-natural-para-la-sigatoka-negra-del-banano/
- CIAT. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y Sigatoka negra en América Latina.* Cali: CIAT.
- Ideam. (2005). *Atlas climatológico de Colombia.* Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Tabla promedios multianuales de precipitación, período 1981-2010.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

1.8.3. Variable humedad relativa asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: FÍSICO **SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO**		
CRITERIO ASOCIADO: SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA		
VARIABLE: Humedad relativa asociada a Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)*	**UNIDAD DE MEDIDA:** %/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es la caída de partículas de agua líquida o sólida que se originan en una nube, atraviesan la atmósfera y llegan al suelo. La cantidad de precipitación es el volumen de agua lluvia que pasa a través de una superficie en un tiempo determinado (Ideam, 2019), que para este caso tiene efecto sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de la Sigatoka negra *(Mycosphaerella fijiensis)* en el cultivo tecnificado de banano para exportación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, es una enfermedad foliar destructiva y costosa en la producción de banano, llegando a realizarse hasta 70 pulverizaciones fungicidas sintéticos por año (Augura, 2016). La enfermedad afecta el área foliar fotosintética de la planta y, en consecuencia, los racimos y los frutos tienen un menor peso en comparación con plantas sanas; adicionalmente, infecciones severas de la Sigatoka negra causan la madurez prematura del fruto (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez *et al.*, 2005, citado por CIAT, 2013).

La enfermedad se encuentra directamente influenciada por las condiciones climáticas, para este caso se hace referencia del efecto de la precipitación sobre el potencial de aparición, incidencia y severidad de Sigatoka negra *Mycosphaerella fijiensis* en el cultivo de banano para exportación; específicamente precipitaciones mayores a 1400 mm anuales favorecen la enfermedad (Fouré, 1994; Gauhl, 1994; Manzo-Sánchez *et al.*, 2005, citado por CIAT, 2013; Martínez et al., 2002; Mobambo, 1995; Torrado y Castaño-Zapata, 2008).

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

Los rangos de evaluación de la variable precipitación media anual (mm) asociada a Sigatoka negra son los siguientes:

Precipitación (mm/año)	Aptitud
< 1400	Alta (A1)
1400-3000	Media (A2)
> 3000	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dentro del análisis para generar la cartografía, no existen modelos particulares (ecuaciones empíricas) y nacionales que relacionen directamente las variables ambientales con la enfermedad.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

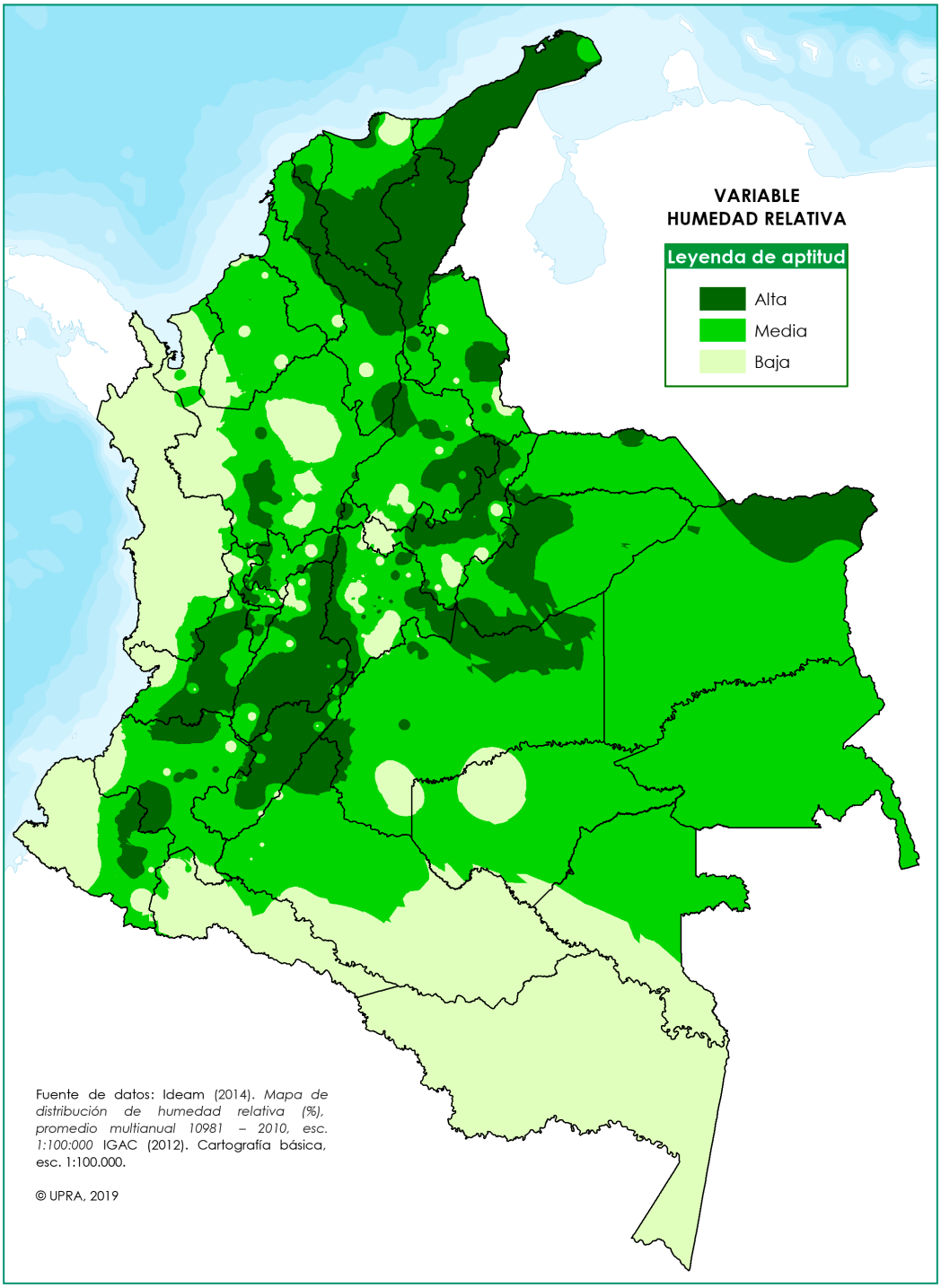
Mapa de precipitación media anual elaborado por el Ideam en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 al 2010.

Se realiza un ejercicio de delimitación espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis	Distribución de la precipitación en el territorio nacional

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD FITOSANITARIA



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de distribución de humedad relativa (%), promedio multianual 10981 – 2010, esc. 1:100:000* IGAC (2012). Cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Augura. (2016). *Solución natural para la Sigatoka negra del banano.* Recuperado de https://www.augura.com.co/diario-de-noticias/solucion-natural-para-la-sigatoka-negra-del-banano/
- CIAT. (2013). *Estado del arte y opciones de manejo del Moko y Sigatoka negra en América Latina.* Cali: CIAT.
- Ideam. (2014). *Mapa distribución de humedad relativa (%), promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC, (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá

1.9 Criterio susceptibilidad a la pérdida de suelos

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: FÍSICO SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el grado o nivel de vulnerabilidad de las tierras a ser afectadas por los agentes erosivos. Aunque suele ser un proceso natural, puede incrementarse con el uso y manejo inadecuado originando una disminución de la productividad (FAO, 1976; FAO, 1991).

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Las variables asociadas al criterio no se califican en forma independiente para dar rangos de aptitud por separado, sino que se generan aptitudes por combinación entre ellas.

- Fases por grados de erosión: Desgaste actual de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de los materiales de roca a través de la acción del agua en movimiento, viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961).
- Degradación de suelos por erosión: Pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua o del viento, que es mediada por los seres humanos, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (Ideam, 2015).
- Pendiente: Grado de inclinación de una superficie desde la horizontal, generalmente expresada en porcentaje o grados (Soil science society of America, 2018).

- Amenaza por movimientos en masa: Peligro latente de movimientos en masa de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de modo accidental, en función de probabilidad de ocurrencia espacial y temporal (Servicio Geológico Colombiano (SGC), 2016).

IMPORTANCIA DEL CRITERIO PARA EL CULTIVO

Para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano, lo ideal es que no haya erosión, o que el grado sea ligero o máximo moderado, porque el movimiento de suelo que implica el cultivo, lo expone a su pérdida por erosión, la cual se intensifica si la pendiente y la alta pluviosidad le favorecen. La pérdida de suelo implica disminución de la profundidad y pérdida de la fertilidad, lo cual redunda en el desarrollo normal de los cultivos.

Por otro lado, el desgaste de suelo significa generación de sedimento que influye en la calidad de las aguas, una vez son contaminadas por el proceso de escorrentía.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Se considera que la erosión actual tiene límites que se califican como no aptos (N1), en los grados severo y muy severo, ya que prácticamente no existe capa productiva y deben estar destinadas a la restauración ecológica. Igualmente, la combinación entre ellas, cuando la susceptibilidad a los movimientos en masa es alta y muy alta, genera exclusiones.

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 erosión, ya que las otras variables consisten en polígonos de mayor tamaño que no permiten precisión en la delimitación del proceso de pérdida de los suelos.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se estableció por medio de un árbol de decisión transversal para la producción del cultivo tecnificado de banano, mediante la combinación de las fases cartográficas por erosión, del mapa de correlación nacional de suelos del IGAC (2014), el mapa de degradación de suelos por erosión del Ideam (2015), el modelo digital de pendiente (MDT) en porcentaje (%) a partir del SRTM de 30 metros y el mapa de amenazas por movimientos en masa del SGC (2016), a través de un árbol de decisión:

Fases por erosión	Degradación de suelos por erosión	Pendiente (MDT)	Amenaza por movimientos en masa (SGC)	Aptitud
Sin evidencia	No hay, ligera	≤ 25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A1
		> 25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2

	Moderada	≤ 25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		> 25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Severa	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		> 25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
Ligera	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A1
			Alta	A1
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
	Moderad	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A2
		>25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3

Ligera	Severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A2
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Muy severa	≤25	Baja, media	A2
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	N1
Moderada	No hay, ligera	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
	Moderada	≤25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	A3
		>25	Baja, media	A3
			Alta	A3
			Muy alta	N1
	Severa	≤25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
		>25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1

Moderada	Muy severa	≤25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
		>25	Baja, media	N1
			Alta	N1
			Muy alta	N1
Severa y muy severa	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	N1

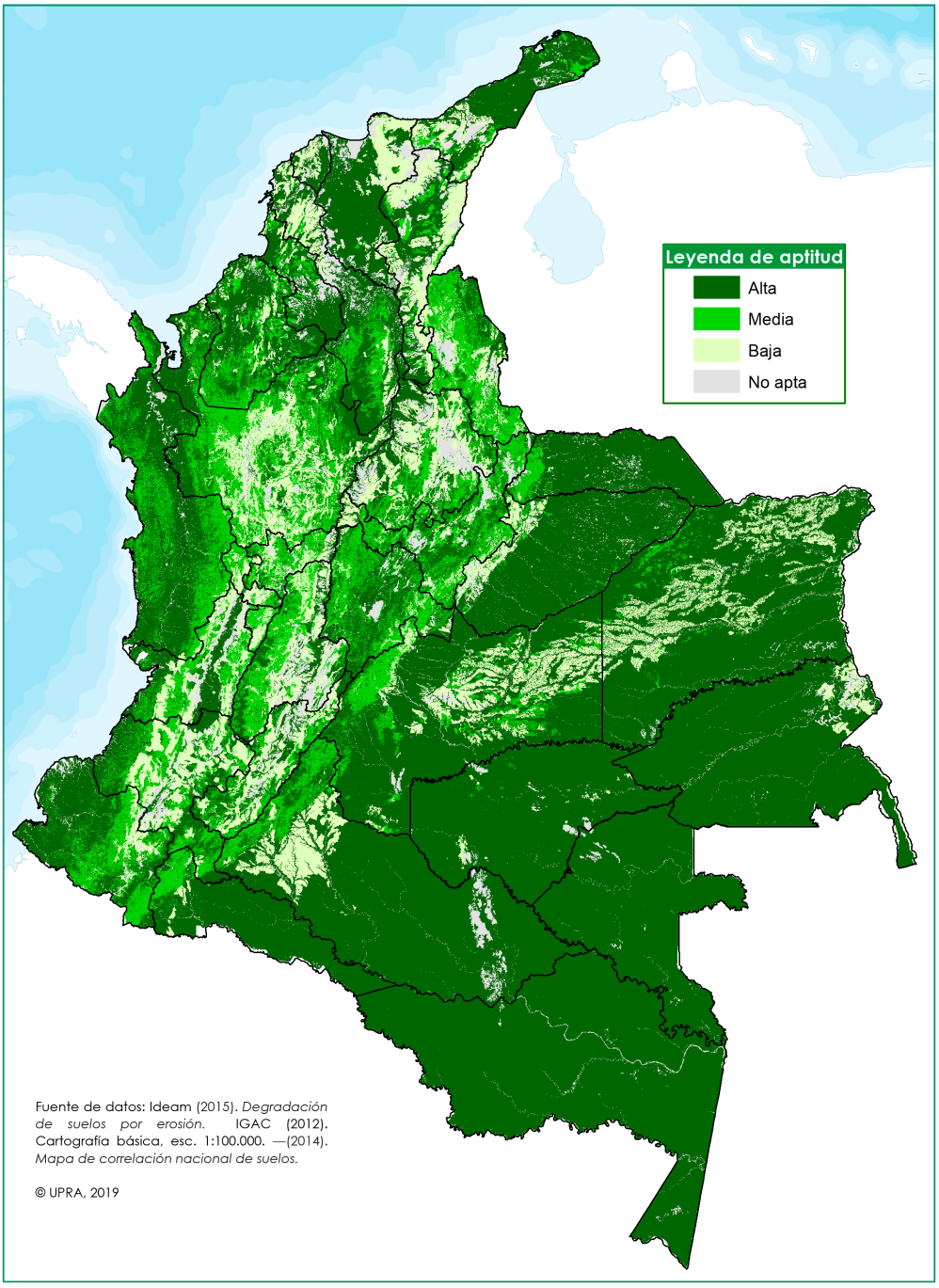
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

El argumento para diferenciar los niveles de aptitud radica en el efecto que cada uno de los rangos tiene en el favorecimiento a la pérdida de suelo, ya que reduce las posibilidades de mantener un área productiva. A continuación, se presentan los criterios cualitativos de calificación:

Criterio de calificación	Aptitud
Baja susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano.	Alta
Moderada susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano.	Media
Fuerte susceptibilidad a la pérdida de suelo para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano.	Baja
Restricciones por susceptibilidad a la pérdida de suelo que imposibilitan el establecimiento del cultivo tecnificado de banano.	No apta

Unidad de análisis	Fases por erosión, unidades cartográficas de degradación de suelos por erosión, unidades cartográficas de susceptibilidad relativa a movimientos en masa.
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO SUSCEPTIBILIDAD A LA PÉRDIDA DE SUELOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- FAO. (1976). FAO, Editor, & FAO, Producer. Retrieved Mayo 18, 2016. Recuperado de: http://www.fao.org/: http://www.fao.org/nr/land/land-policy-and-planning/eval/es.
- FAO. (1991). *Guidelines: land evaluation for extensive grazing. FAO Soils,* Bulletin 58. Rome, Italy.
- Ideam. (2015). *Degradación de suelos por erosión.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos.* Bogotá: IGAC.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). (2016). *Amenaza de movimientos en masa.* Bogotá: SGC.
- USDA. (1961) *Land-Capability Classification.* Agriculture Handbook no. 210. EUA: Soil Conservation Service USDA.
- Soil Science Society of America. (2018). *Soils sustain life.* Recuperado de https://www.soils.org/publications/soils-glossary#.

2. Fichas metodológicas del componente socioecosistémico

2.1. Criterio apropiación de agua

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: APROPIACIÓN DE AGUA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Diferencia de uso consuntivo
- Índice de uso del agua

DEFINICIÓN

Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento y como materia prima para el sustento del cultivo y la producción de banano de exportación. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego), y otra se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento, o por vía evapotranspiración desde el cultivo.

Este requerimiento de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis[1], dependiendo de su oferta hídrica, en primer lugar, a partir del agua contenida naturalmente en el suelo y los aportes de la lluvia, luego desde el agua de drenaje superficial, e incluso desde el aporte desde fuentes subterráneas, y en casos excepcionales a partir de transvases desde cuencas circundantes. Así, entre mayor sea la demanda de la especie, mayor será la cantidad de elementos involucrados para el suministro, y mayor será la competencia frente a las demás coberturas y los usos establecidos en la unidad de análisis.

Este abastecimiento suple diferentes aspectos, como el crecimiento de la especie, la producción agrícola y la neutralización de los principales contaminantes generados por la dinámica de producción, hasta concentraciones aceptables en los cuerpos de agua, de acuerdo con los niveles permitidos por la normativa ambiental del país.

Así, ante la prospectiva de una demanda adicional en la unidad de análisis (el cultivo de banano de exportación por desarrollar) y la situación de un consumo real en cada subzona hidrográfica dada por las coberturas y usos establecidos, se plantea la disyuntiva acerca de la sostenibilidad hídrica del nuevo cultivo, bien por competencia frente a las demás coberturas y usos, o bien por riesgo en el abastecimiento para el cultivo.

De acuerdo con el ENA (2018), la apropiación de agua para el cultivo de banano es baja, debido a que este cálculo no está realizado para banano de exportación, pues realmente la apropiación de agua del banano de exportación es mayor que la de otros cultivos de importancia en el país. A continuación, se muestran algunas referencias de otros cultivos:

Demanda hídrica y huella hídrica azul y verde para algunos cultivos de interés comercial, prioritarios en el proyecto de zonificación de aptitud

Cultivo	Tipo de cultivo	Demanda hídrica verde (millones de m3/año)	Huella hídrica azul (millones de m3/año)	Huella hídrica verde (millones de m3/año)
Banano	**Permanente**	**553,9**	**291,5**	**1168,6**
Caña panelera	Permanente	1128,8	639,6	6.206,2
Cacao	Permanente	628,2	335,1	2554,1
Mango	Permanente	302,7	161,4	447,3

Fuente: ENA (2019).

Lo más importante de estos datos, no es su valor absoluto, sino la relación de sostenibilidad que representa dicho valor en el contexto de la capacidad hídrica de cada unidad de análisis.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Este permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de evapotranspiración de referencia (ETo) x subzona hidrográfica (SZH)) en el escenario de establecimiento del cultivo de banano de exportación. De esta forma, es posible identificar si dada la capacidad hídrica de la SZH se configura un riesgo para el abastecimiento para el cultivo, o si el cultivo por establecer entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes a su interior.

1 Para este caso se emplea como unidad de análisis el polígono resultante del cruce entre las zonas de evapotranspiración real (ETR) y las subzonas hidrográficas (SZH) del Estudio nacional del agua (Ideam, 2018).

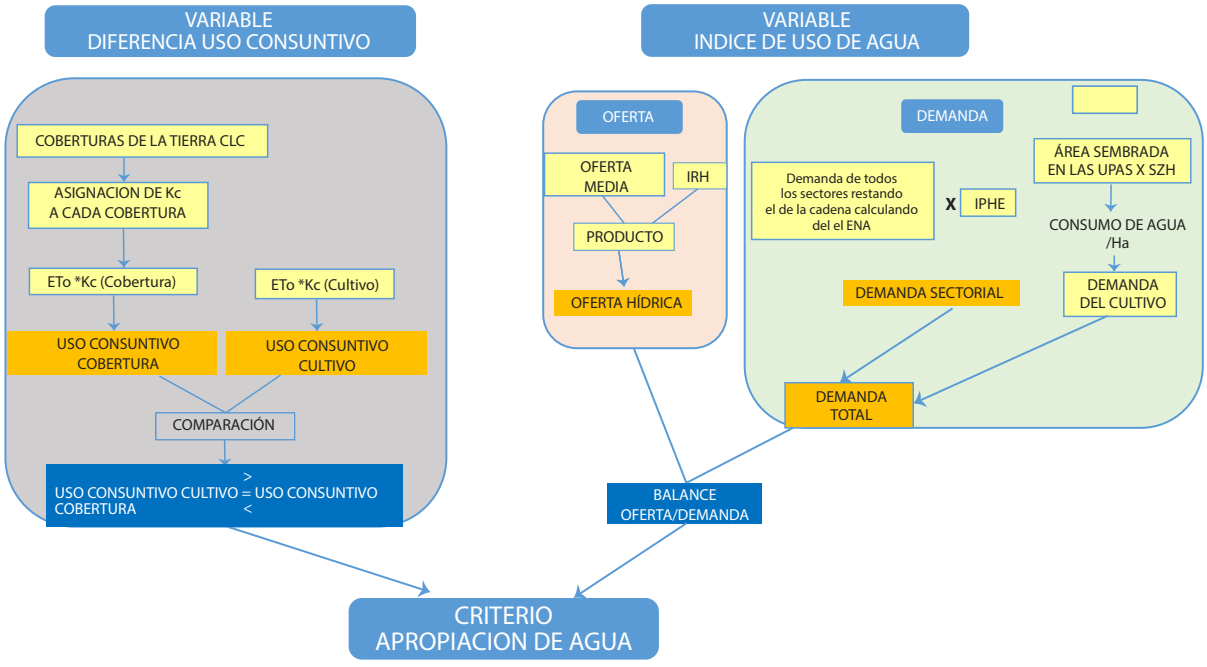
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Para el procesamiento del componente de índice de uso de agua por el cultivo, se recurrió al reporte de las áreas sembradas de las UPA (Unidad productiva agropecuaria) correspondiente al censo agropecuario del DANE (2014), lo cual depende de la confiabilidad de los datos del censo.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la variable de apropiación de agua para el cultivo, se siguió la siguiente metodología:

Metodología para el cálculo de la apropiación de agua para el cultivo comercial de banano de exportación



Donde, **CLC:** Corine Land Cover, **Kc:** coeficiente del cultivo, **IRH:** índice de regulación hídrica, **IPHE:** índice de presión hídrica de los ecosistemas.

El criterio está compuesto por dos variables, la diferencia del uso consuntivo y el índice de uso del agua.

La variable de la diferencia de uso consuntivo está referida a la comparación del Kc de las coberturas actuales multiplicado por la evapotranspiración de referencia y el Kc de un potencial cultivo de banano de exportación, a nivel del territorio nacional, multiplicado igualmente por la evapotranspiración de referencia. Con esto podemos realizar una comparación entre la evapotranspiración de las coberturas actuales y las de un cultivo de banano de exportación. Si el dato de la relación es mayor a 0 es porque es mayor la evapotranspiración del cultivo de banano de exportación a la cobertura actual, por lo que es mejor continuar con la cobertura actual; si el dato de la relación es menor a 0 es porque es menor la evapotranspiración del cultivo de banano de exportación en relación a la cobertura actual, por lo cual sería mejor cambiar la cobertura actual por este cultivo. Hay un rango intermedio alrededor del 0, donde la variación no es grande, donde las dos coberturas tienen similares evapotranspiraciones.

La variable de Índice de uso del agua, es una relación entre la oferta y la demanda hídrica en una unidad como la subzona hidrográfica. Para esto se toma el dato de oferta media del Estudio Nacional del Agua (ENA, 2019), y se multiplica por el índice de regulación hídrica, para verificar si esa oferta está bien distribuida o no durante todo el año; con esto se obtiene la oferta total por subzona hidrográfica. Por otra parte, en relación a la demanda, se toman los datos de la demanda sectorial del ENA (2019) y se resta el dato del ENA (2019) de la demanda del cultivo de banano de exportación anual, el cual es ponderado por las subzonas hidrográficas. Esta demanda se multiplica por el índice de presión de los ecosistemas, para considerar la demanda requerida por los ecosistemas para su sostenibilidad. A esta demanda sectorial calculada, se le resta la demanda del cultivo de banano de exportación, calculada de manera más detalla con soportes de datos bibliográficos.

Finalmente, con los resultados de la relación oferta demanda, se establece la aptitud por apropiación de agua para el cultivo, para lo cual se utilizó un árbol de decisión para relacionar la aptitud establecida por uso consuntivo y la aptitud establecida por índice de uso de agua por el cultivo, como se muestra a continuación:

Índice de uso del agua	Diferencia de uso consuntivo	Aptitud Apropiación de agua
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

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Se establece un valor que corresponde a la relación entre la capacidad hídrica de la subzona hidrográfica y el requerimiento del cultivo.

La aptitud varía entre un máximo de aptitud alta (A1) en aquellos lugares de ETo x SZH en donde exista agua disponible como para satisfacer la nueva demanda impuesta por el cultivo, sin poner en riesgo los usos preexistentes o al mismo cultivo. El valor mínimo de aptitud baja (A3), establecido en aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico, en los cuales el establecimiento del cultivo de banano de exportación puede generar un riesgo por desabastecimiento tanto para el cultivo, como para los demás usos establecidos en la subzona hidrográfica.

La obtención de los rangos de variación procede del procesamiento entre los rangos de sus mapas constitutivos: diferencia de uso consuntivo e índice de uso de agua por el cultivo.

Rango de variación de la aptitud por apropiación de agua para el cultivo de banano de exportación

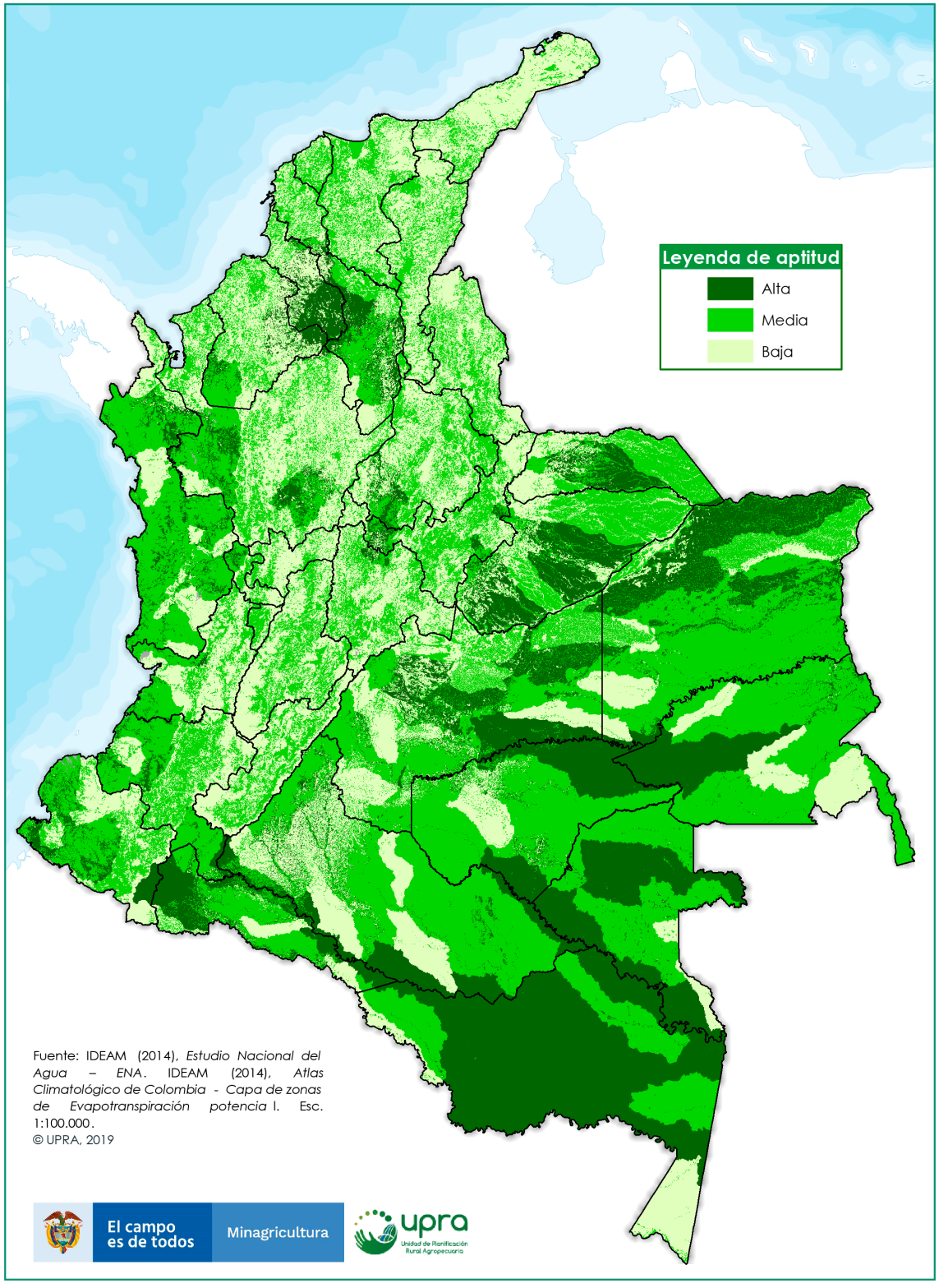
Descripción	Rango de variación	Aptitud
Zonas con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo de banano de exportación y los usos preexistentes. Puede implicar niveles bajos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión baja por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A1A1 A1A2 A2A1	Alta (A1)
Zonas con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo de banano de exportación y los usos preexistentes. Puede implicar niveles moderados de riesgo hídrico para el cultivo, o presión moderada por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A1A3 A2A2 A3A1	Media (A2)
Zonas con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo de banano de exportación y los usos preexistentes. Puede implicar niveles altos de riesgo hídrico para el cultivo, o presión alta por competencia con las coberturas naturales o los usos establecidos en la unidad de análisis.	A2A3 A3A2 A3A3	Baja (A3)



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



Fuente: IDEAM (2014), *Estudio Nacional del Agua – ENA*. IDEAM (2014), *Atlas Climatológico de Colombia - Capa de zonas de Evapotranspiración potencia* l. Esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

- González, M.; Saldarriaga G.; Jaramillo, O. (2010). *Estimación de la demanda de agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial*. En Estudio nacional del agua. Cap. 5. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2010). *Estudio nacional del agua*. Bogotá: Ideam.
- _. (2010). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Atlas climático de Colombia. Capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2015). *Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia. Resultados por subzonas hidrográficas en el marco del estudio nacional del agua 2014*. Bogotá: Ideam.
- _. (2019). *Estudio Nacional del Agua 2018*. Bogotá: Ideam. 452 pp.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:1000.000. Bogotá: Ideam.
- WWF. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica*. Reporte Colombia 2012. Recuperado de <http://awsassets.panda.org/downloads/anexo_1_v2.pdf>.

2.1.1. Variable diferencia de uso consuntivo

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACIÓN DE AGUA		
VARIABLE: diferencia de uso consuntivo	**UNIDAD DE MEDIDA:** mm/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

El uso consuntivo es la cantidad total de agua que necesita un cultivo determinado para realizar la evapotranspiración y la construcción celular, desde la siembra hasta la cosecha, en un régimen climático específico (FAO, 2019). Este uso consuntivo está calculado para otras coberturas vegetales. La variable analiza la relación entre el uso consuntivo del cultivo de banano de exportación y las otras coberturas vegetales.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La variable está referida a la comparación entre la evapotranspiración de las coberturas actuales y la evapotranspiración de un cultivo de banano de exportación. Lo que se pretende evaluar es la sostenibilidad del territorio con relación a la evapotranspiración, si es mejor mantener las coberturas actuales, o eventualmente sería mejor tener un cultivo, en este caso, de banano de exportación.

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

Esta variable no genera exclusión (N1).

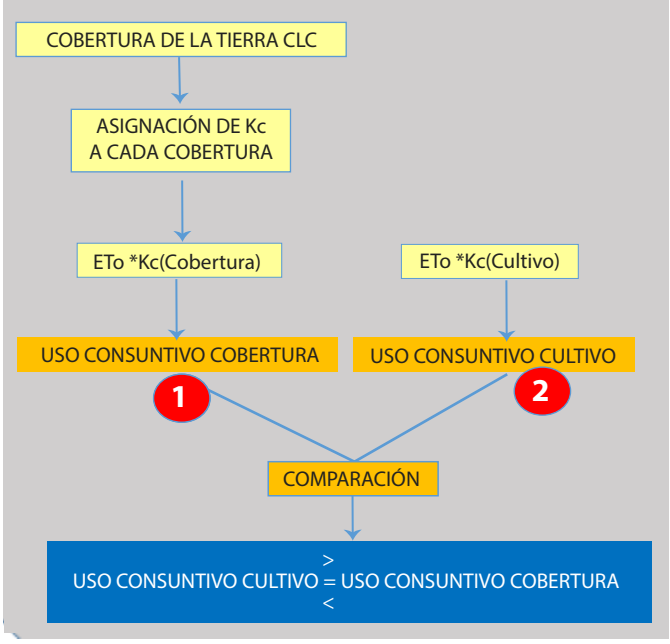
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Para el procesamiento del componente de diferencia de uso consuntivo por el cultivo, se recurrió al dato de área sembrada para la estimación del consumo efectivo por unidad de superficie, lo cual depende de la confiabilidad de los datos del censo agropecuario del DANE (2014).

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la variable diferencia de uso consuntivo para el cultivo, se siguió la siguiente metodología:

Metodología para el cálculo de la diferencia de uso consuntivo para el cultivo de banano de exportación



1. Uso consuntivo de la cobertura

Para el cálculo del uso consuntivo se parte de la información de evapotranspiración potencial (ETP), generada a partir de datos climáticos como la temperatura y el Índice Calórico (I), de acuerdo con el Método de Thornthwaite adoptado por el grupo físico del proyecto de zonificación.

De acuerdo con esto:

$$\mathrm{ETP} = 0{,}53\left(\frac{10\mathrm{T}}{\mathrm{I}}\right)^{\propto}$$

Donde

ETP = evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar, medida en mm

T = temperatura media (°C)

I = índice calórico anual.

$$I = 12\left(\frac{T_{anual}}{5}\right) \times 1{,}514$$

$$\propto = (675 \times 10^{-9})I^3 - (771 \times 10^{-7})I^2 + (179 \times 10^{-4})I + 0{,}492$$

2. Uso consuntivo del cultivo

Se calculó la evapotranspiración de referencia del cultivo (ETo), que representa el uso de agua para los procesos fisiológicos en condiciones de secano, esto es, a partir del agua contenida en el suelo y que está disponible para la vegetación, o sea que no alimenta los acuíferos superficiales o subterráneos. Para esto, el valor obtenido de ETP se corrige por el factor de consumo de agua del cultivo (Kc), de la siguiente forma:

$$ETo = K_c \times ETP$$

Para este cálculo se emplean los factores de consumo de agua – Kc del cultivo reportados en la bibliografía.

Factor de consumo de agua del cultivo (Kc)

Cultivo	Kc	Fuente
Banano	1,2	*Toro* ***et al.****, 2016* *Allen* ***et al.****, 2006*
Caña	0,75	*Allen* ***et al.****, 2006*
Algodón	0,6	*Allen* ***et al.****, 2006*

El dato generado requirió una conversión por un factor multiplicador de 10, que representa el cambio de unidades de mm de precipitación (de la información climática), a m3 de agua/ha (para hacerlo compatible con la información de oferta de las subzonas hidrográficas). Así, para el cultivo de banano de exportación se tiene que:

$$ETo = ETP \times (1{,}2) \times 10$$

Al final, de acuerdo con la amplitud de rango de los datos, se establece una división en cuatro intervalos equivalentes, y se realizó la siguiente reclasificación para obtener los datos de aptitud por uso consuntivo:

Aptitud por uso consuntivo para el cultivo de banano de exportación

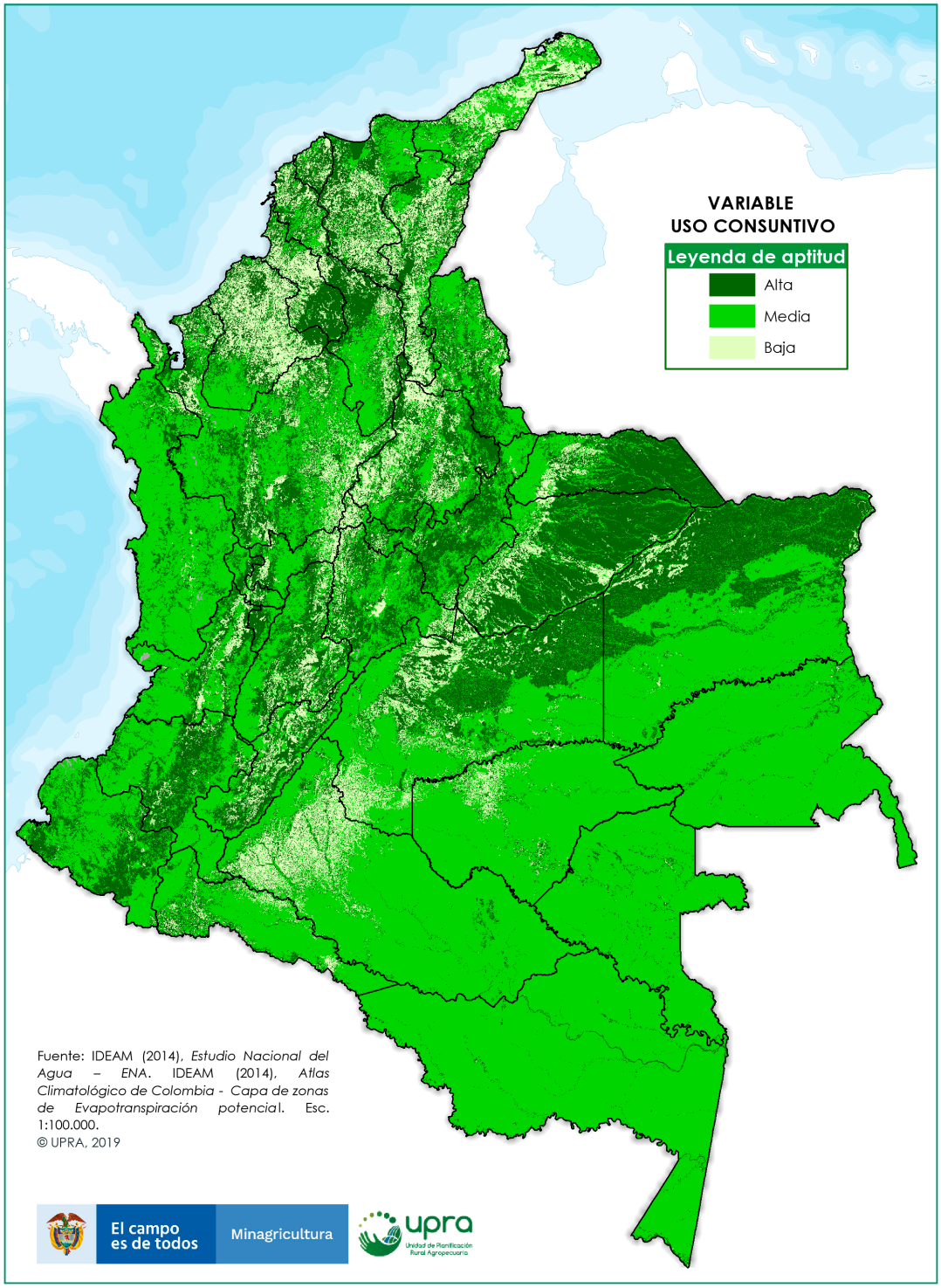
Descripción	Rango ETo (mm/ año)	Aptitud
El cultivo evapotranspira menos que la cobertura actual Uso consuntivo menor	950-2298	Alta (A1)
La evapotranspiración del cultivo es similar al de la cobertura actual Uso consuntivo moderado	467-950	Media (A2)
La cobertura actual evapotranspira menos que el cultivo Uso consuntivo alto	-649 a 467	Baja (A3)
Uso consuntivo muy alto		



Unidad de análisis	Unidad de cobertura

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



Fuente: IDEAM (2014). *Estudio Nacional del Agua – ENA*. IDEAM (2014), *Atlas Climatológico de Colombia - Capa de zonas de Evapotranspiración potencia*l. Esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Allen, R.; Pereira, L.; Dirks, R.; Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo.* Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.

  Servicio de Recursos, Formento y Aprovechamiento de Aguas. FAO. Roma: FAO.
- FAO. 2019. Aquastat web site. Recuperado de http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/glossary/search.html
- González, M.; Saldarriaga G.; Jaramillo, O. (2010). *Estimación de la demanda de agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial.* En Estudio nacional del agua. Cap. 5. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2010). *Estudio nacional del agua.* Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. Ideam (2014). Estudio Nacional de Agua (ENA). Bogotá: Ideam.
- _. (2014). *Atlas climático de Colombia. Capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Toro-Trujillo, A., Arteaga-Ramírez, R.; Vázquez-Peña, M., A., Ibáñez-Castillo & L. Alicia. (2016). *Requerimientos de riego y predicción del rendimiento en el cultivo de banano mediante un Modelo de simulación en el Urabá antioqueño, Colombia.* Tecnología y Ciencias del Agua, vol. VII, núm. 6, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Morelos, México. 105-122 p.

2.1.2. Variable índice de uso del agua

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: APROPIACIÓN DE AGUA		
VARIABLE: índice de uso del agua	**UNIDAD DE MEDIDA:** Mm3	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Esta variable representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento, y como materia prima para el sustento del cultivo. De esta agua captada por el cultivo, una parte queda contenida en la biomasa de la especie, otra parte retorna a la cuenca (excesos o menores rendimientos de aprovechamiento del riego), y otra parte se pierde en el balance hídrico de la cuenca, bien porque queda contenida en el producto que se exporta de la misma para su aprovechamiento o por vía evapotranspiración desde el cultivo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis en el escenario del establecimiento del cultivo de banano de exportación. De esta forma, es posible identificar si dada la capacidad hídrica de la SZH se configura un riesgo para el abastecimiento para el cultivo, o si el cultivo por establecer entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes a su interior.

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

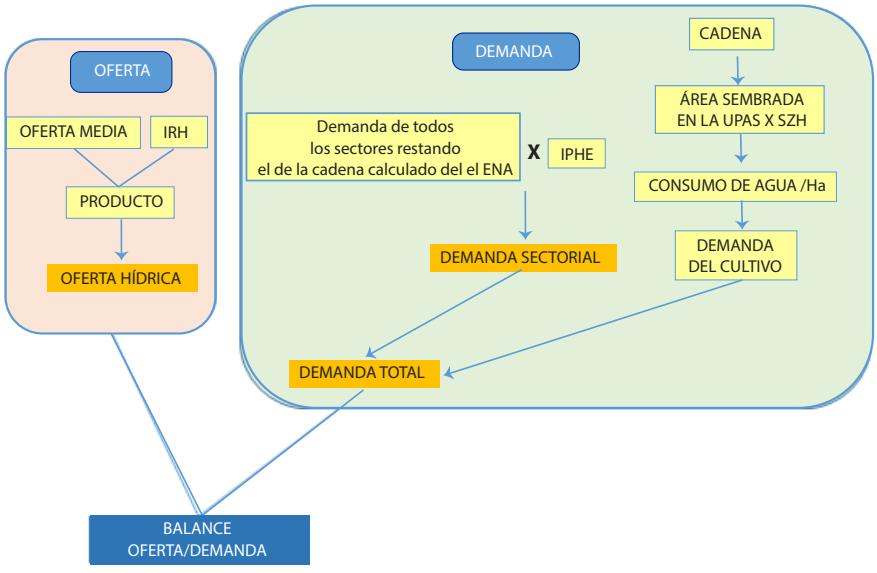
Esta variable no genera exclusión (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Para el procesamiento del componente de índice de uso de agua por el cultivo, se recurrió al dato de área sembrada para la estimación del consumo efectivo por unidad de superficie, lo cual depende de la confiabilidad de los datos del censo agropecuario del DANE (2014).

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento de la variable de índice de uso del agua se presenta en la siguiente figura:



Para este cálculo se partió de la información sobre oferta y demanda hídrica por subzonas hidrográficas del "Estudio nacional del agua" (Ideam, 2019). El procesamiento parte de identificar la oferta hídrica actual de cada subzona hidrográfica, que se multiplica por el índice de regulación hídrica (IRH) para verificar si está bien o no distribuida durante todo el año, con lo cual se obtiene la oferta total por subzona hidrográfica.

Por otra parte, en relación a la demanda se toman los datos de la demanda sectorial del ENA (2019) y se resta el dato del ENA (2019) de la demanda del cultivo de banano de exportación anual, el cual es ponderado por las subzonas hidrográficas. Esta demanda se multiplica por el índice de presión de los ecosistemas (IPHE), para considerar la demanda requerida por ellos para su sostenibilidad. A esta demanda sectorial calculada, se le resta la demanda del cultivo de banano de exportación, calculada de manera más detalla mediante el reporte de las

áreas sembradas en las UPA (Unidad productiva agropecuaria) correspondiente al censo agropecuario del DANE (2014). Posteriormente se suman las UPA con presencia del cultivo por subzona hidrográfica y se divide por el dato del ENA del consumo de agua del cultivo anual, mediante el cual se realiza una ponderación del valor por subzona hidrográfica, obteniendo la demanda del cultivo.

Para el cultivo de banano de exportación, el área cosechada es de 110.687 ha con un consumo de 14.040 m3/ha/año.

Finalmente, la relación entre oferta y demanda total es lo que se categoriza en rangos para obtener el mapa de la variable de índice de uso del agua.

La siguiente tabla muestra la aptitud por el IUA:

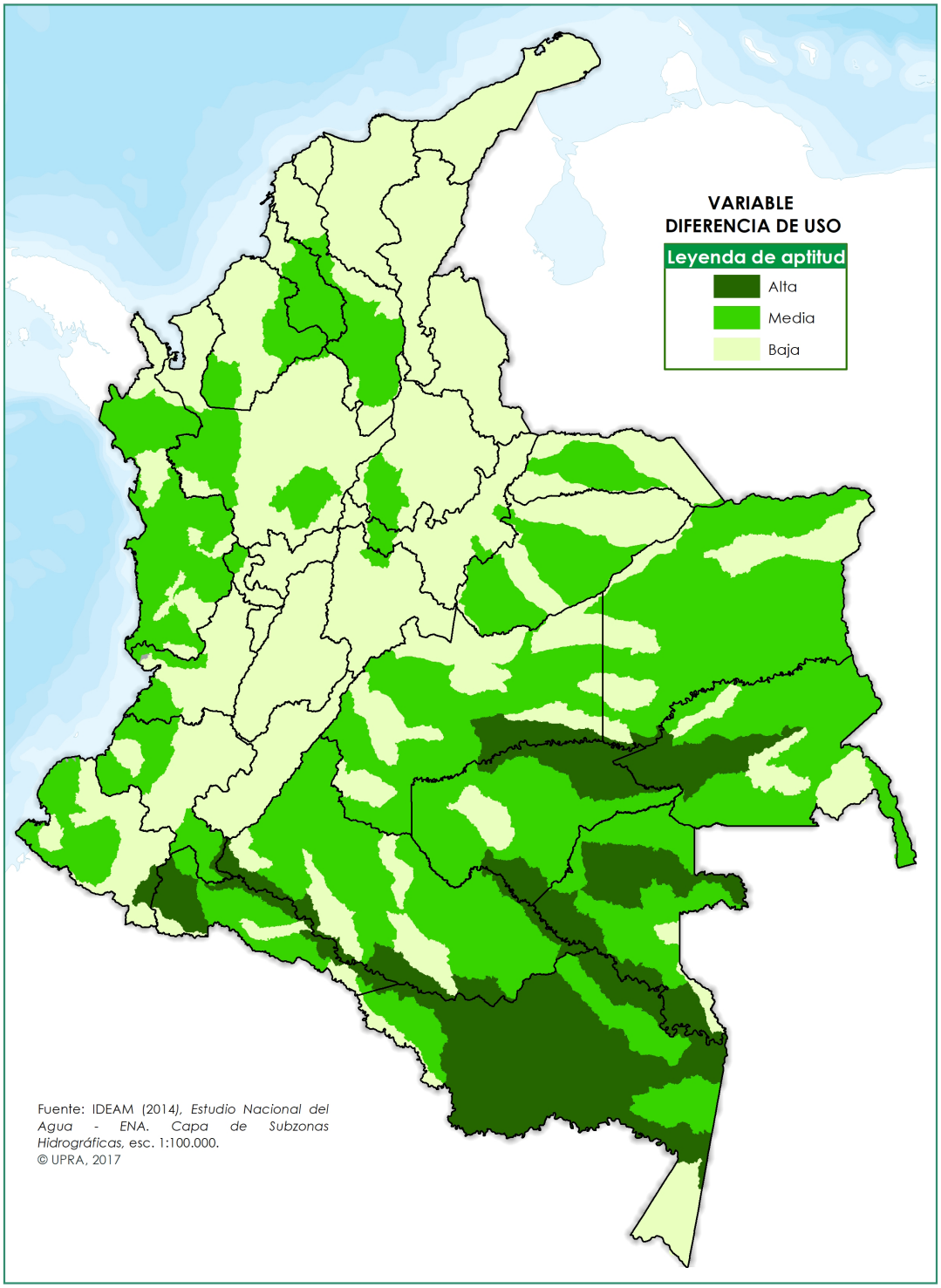
Aptitud por índice de uso de agua (IUA) del cultivo de banano de exportación

Descripción	Índice de uso del agua (Mm3)	Aptitud
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor. La oferta hídrica es muy superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluido la del cultivo de banano de exportación.	< 3458	Alta (A1)
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado. La disponibilidad hídrica real (DHR) es moderadamente superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluido la del cultivo de banano de exportación.	3458 - 9475	Media (A2)
La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico, o la disponibilidad hídrica real (DHR) es menor o ligeramente superior en comparación con la demanda hídrica sectorial total incluido la del cultivo de banano de exportación.	> 9475	Baja (A3)

Unidad de análisis	Subzonas hidrográficas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA



Fuente: IDEAM (2014), *Estudio Nacional del Agua - ENA. Capa de Subzonas Hidrográficas*, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2017

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2019). *Estudio nacional del agua*. Bogotá: Ideam.
- _. (2019). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:1000.000. Bogotá: IGAC.

2.2 Criterio integridad ecológica

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN), expresada como categoría de costo-distancia acumulada.
- Índice de naturalidad por subzona hidrográfica (Inat), expresado como índice de naturalidad del paisaje, calculado como la proporción de superficie de coberturas naturales en cada polígono de unidad biogeográfica.
- Áreas de concentración de especies sensibles (ACES), expresadas como categorías de concentración de especies sensibles.

DEFINICIÓN

Es la capacidad del ecosistema para soportar y mantener su capital natural sin degradarse y de funcionar permanentemente de forma saludable o apropiada, como condición indispensable para la prestación, regulación y el flujo de servicios ecosistémicos requeridos para la sostenibilidad de los sistemas productivos y del territorio mismo.

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).

Los análisis de la IE se orientan 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 con 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 IE 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.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La IE 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 respecto a lugares considerados estratégicos por su alto valor ecológico o de conservación (AVC).

Por medio de la IE, se contribuye en el logro de los compromisos asumidos por el sector agropecuario mediante el 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 Minambiente".

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La temporalidad de la información de Corine Land Cover (2012) limita la interpretación actualizada de la situación ecosistémica actual. Sin embargo, es la última información oficial 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 esto es difícil presentar la información de forma homogénea para las diferentes regiones del país.

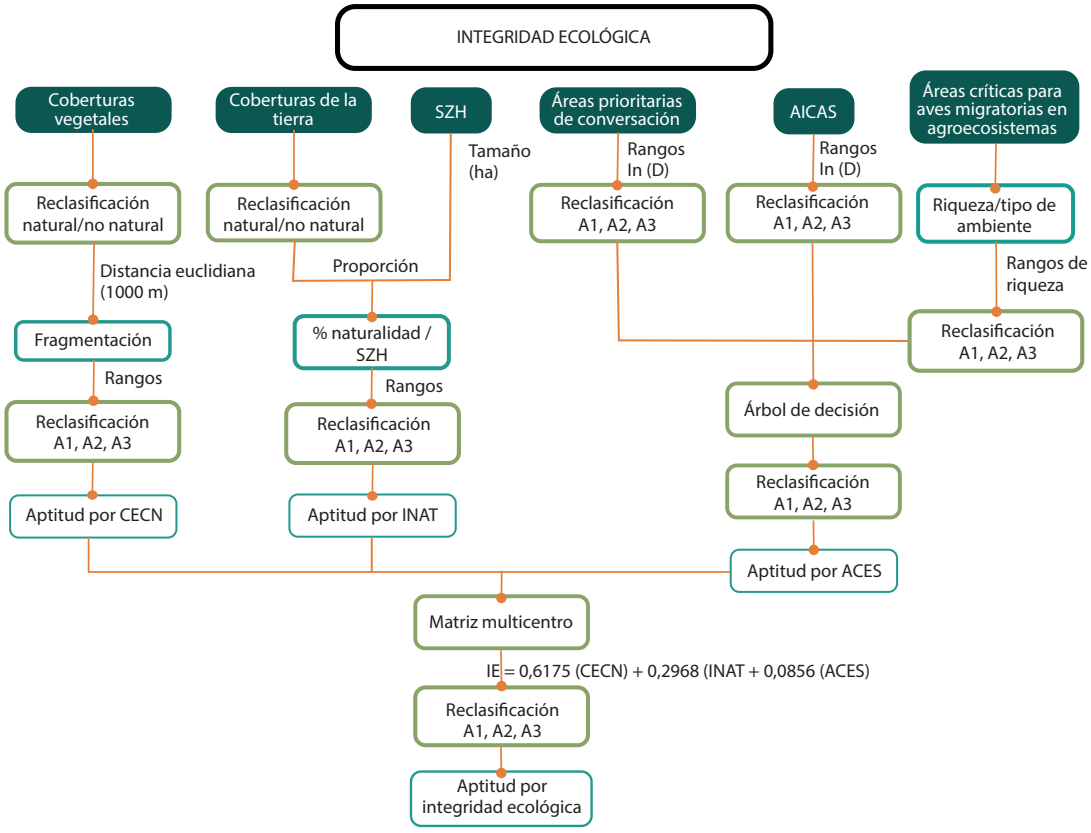
METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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

- Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)
- Índice de naturalidad (Inat)
- 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 sus respectivas fichas técnicas, según el siguiente procedimiento:

Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica



Fuente: UPRA (2016).

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:

$$A_{IE} = \alpha A_{CECN} + \beta A_{INAT} + \gamma A_{ACES}$$

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

Para este proceso, los valores respectivamente son:

$$\alpha = 0{,}6175$$
$$\beta = 0{,}2968$$
$$\gamma = 0{,}0856$$

Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud para el criterio, como se presentan en la siguiente tabla:

Criterio	Aptitud			
	Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta (N1)
Integridad ecológica	2,304-2,999	1,609-2,304	0,914-1,609	No aplica

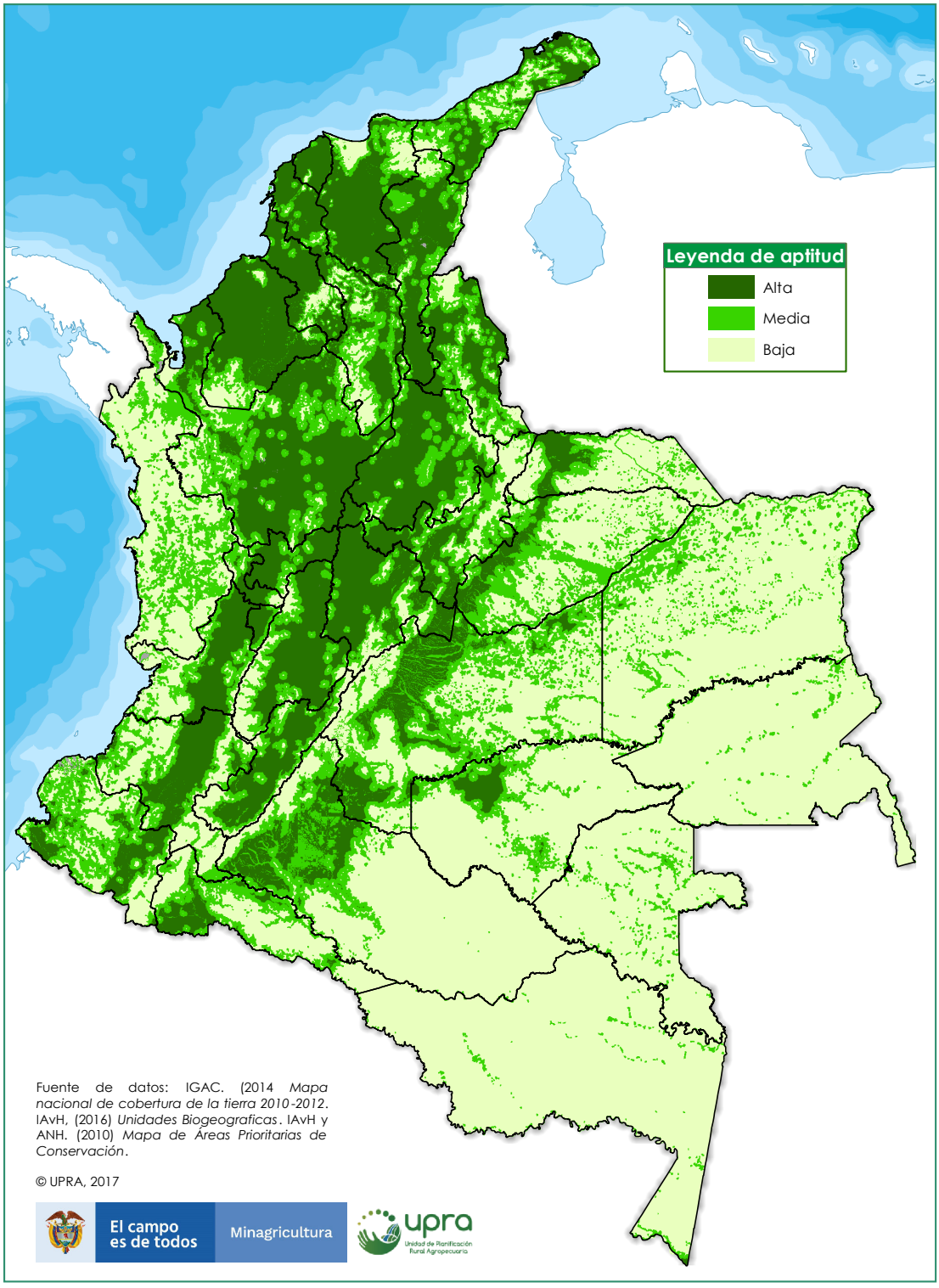
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud			
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)	No apta(N1)
Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	Categoría de costo-distancia acumulada	6869,227-112044,71	398,143-6869,227	0-398,14	No aplica
Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	Índice de naturalidad	Naturalidad muy baja (0 %-5%) Naturalidad baja (5 %-30%) Naturalidad moderada (30 %-50%)	Naturalidad alta (50%-75%)	Naturalidad muy alta (75%-100%)	No aplica
Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Categorías de concentración de especies sensibles	Áreas prioritarias de conservación (APC)			
		Áreas sin APC <-10,02 (ln D)	APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles -10,02 a -2,77 (ln D)	APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles > -2,77 - 6,42 (ln D)	No aplica
		Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)			
		Ausencia de AICA < -8,085 (ln D)	AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles -8,085 a -4,189 (ln D)	AICA con densidad moderada, alta y muy alta de especies sensibles -4,189 a 1,670 (ln D)	No aplica
		Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios			
		Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo tecnificado de banano de exportación de acuerdo a la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio.			

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ciontescu, N. (2012). *Instructivo metodológico para la evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas.* ArcGIS-Fragstats. Bogotá: PNN.
- Corcoran, P. (2005). *La integridad ecológica: un compromiso hacia la vida en la Tierra.* En B. Mackey. La carta de la tierra en acción: hacia un mundo sostenible (p. 68-71). Ámsterdam: KIT Publishers BV.
- Franco, A.; Devenish, C.; Barrero, M. y Romero, M. (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). 135-148 p.
- IAVH y ANH. (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000.* Bogotá: IAVH y ANH.
- IAVH. (2015). *Áreas importantes para la conservación de las aves, escala 1:100.000.* Bogotá: IAvH.
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2010). *Estudio nacional del agua: capa de subzonas hidrográficas, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- 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 períodos estacionario y migratorio.* Informe final del Convenio 044 de 2012 entre Selva y UPRA. 165 p. Bogotá.

2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
VARIABLE: conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	**UNIDAD DE MEDIDA:** categoría de costo-distancia acumulada	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el nivel de continuidad espacial en el paisaje, determinado a partir de la distancia entre fragmentos naturales y la resistencia de la matriz rural para el flujo de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La conectividad del paisaje se analiza a partir de la fragmentación y la heterogeneidad del paisaje (McArthur y Wilson, 1967, Levins, 1970, en Gurruxaga y Lozano, 1998; Tischendorf y Fahrig, 2000; Correa, 2009), pues ello permite

establecer la continuidad y determinar la existencia de barreras (resistencia/contrastes) en el territorio. Estas resistencias pueden limitar o implicar un mayor costo para el flujo de la biodiversidad y los bienes y servicios ecosistémicos, fundamentales para el desarrollo de los sistemas productivos y la sostenibilidad del territorio. Este análisis parte de comprender la distancia entre fragmentos naturales funcionales, y las rutas con menor costo (resistencia/contraste) para el desplazamiento de la biodiversidad a través del paisaje.

De esta forma, en función del contexto natural, se puede determinar si existe dicha continuidad, y si el establecimiento de cultivo tecnificado de banano de exportación contribuye al flujo de los servicios ecosistémicos o la biodiversidad en el paisaje, o si por el contrario este incrementa el costo de dichos flujos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Contribuye a identificar áreas con mayor potencial para el flujo de los servicios ecosistémicos a través del paisaje, lo cual incide positivamente tanto en el suministro para los sistemas productivos, como en la sostenibilidad ambiental del territorio. Entre menos resistencia o contraste exista, hay mayor probabilidad de que tenga lugar el flujo de los servicios ecosistémicos y, con ello, mayor capacidad del territorio para subsidiar los requerimientos de un sistema productivo.

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

Esta variable no genera exclusión (N1). La conectividad procede del análisis de costo-distancia entre fragmentos naturales a lo largo de la matriz rural que ofrece resistencia y contraste diferencial en función de las unidades de cobertura de la tierra y sus usos asociados.

Para la obtención de rangos se establece una clasificación en tres clases, por el método de intervalos geométricos dada la distribución asimétrica de los datos con respecto a la mediana. De esta forma, cada clase contiene aproximadamente el mismo número de valores.

Rangos de aptitud para la variable

Conectividad (costo-distancia acumulado)	Aptitud
6869,227-112044,71	Alta (A1)
398,143-6869,227	Media (A2)
0-398,143	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

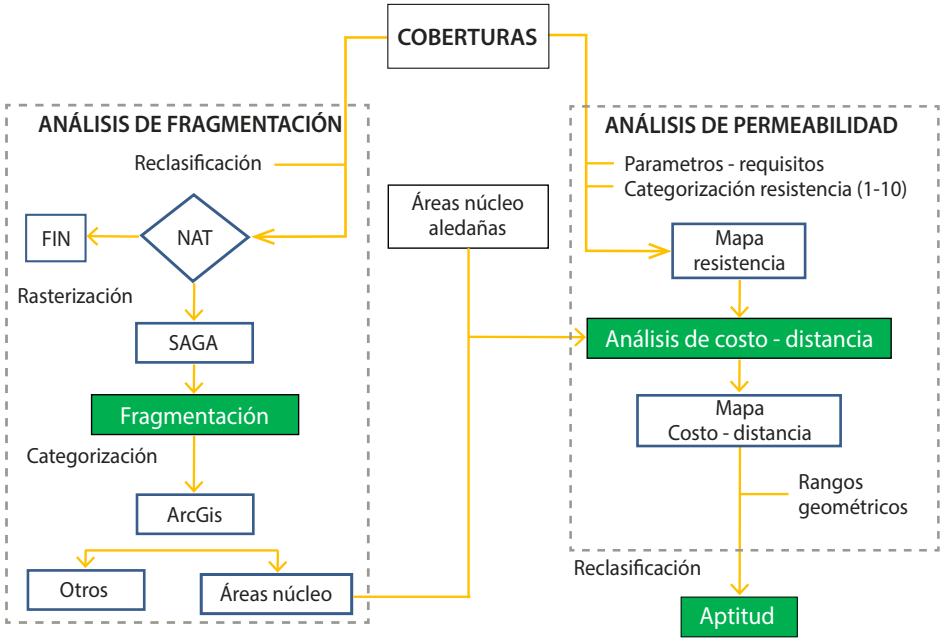
El uso de la variable tiene una temporalidad, y debe ser actualizada para ser incorporada en la zonificación.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de la variable, se parte del mapa de coberturas de la tierra, adaptado para Colombia (Ideam, 2012). Se tomaron todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto del foco de conectividad y se realizó un análisis a través de las métricas de paisaje, como la fragmentación o la distancia euclidiana de núcleos (empleando una distancia de 1000 m entre núcleos). A esta matriz de coberturas naturales se suman los polígonos de bosque seco tropical.

El procedimiento se ilustra a continuación:

Diagrama de flujo para la determinación de la CECN



Fuente: UPRA (2016).

a) Análisis de fragmentación

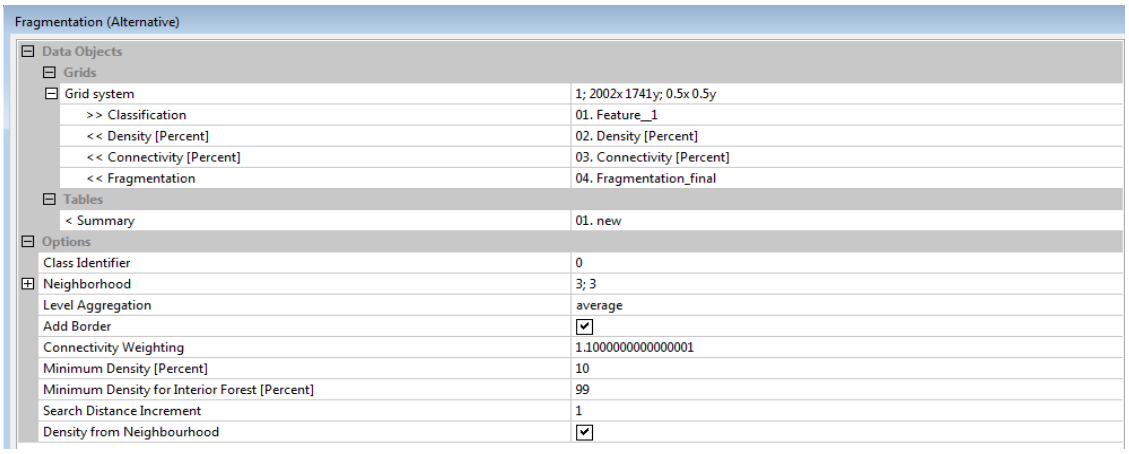
Este primer análisis busca identificar las áreas naturales que potencialmente constituyen fragmentos activos, los cuales representan los núcleos para el funcionamiento de los ecosistemas naturales, en términos de la provisión de hábitat, sitios de cría, alimento, refugio, o de generación y regulación de servicios ecosistémicos.

A partir del atributo, grado de transformación del mapa de coberturas de la tierra, se realiza la reclasificación de los códigos de coberturas, en "naturales" y "no naturales" (o transformados). Las coberturas naturales corresponden al grupo 3, 4 y 5 del nivel 1 de la clasificación de Corine Land Cover (Ideam, 2012), exceptuando las categorías de plantaciones forestales (código 3.1.5.), tierras desnudas y degradadas (código 3.3.3), zonas quemadas (código 3.3.4.), cuerpos de aguas artificiales (código 5.1.4.), y aguas marítimas (código 5.2.). Todas las demás coberturas no incluidas en este conjunto se clasifican como "no naturales" (o transformados)[2].

Una vez generado el mapa de áreas naturales y no naturales (1/0), la cartografía de tipo vectorial se transforma a raster (formato grid) con un tamaño de pixel de 5 x 5 m, para ser exportado al Software SAGA API versión 2.2.1 (Conrad, 2002-2015). En este software, mediante la herramienta "04 Fragmentation (Alternative")" del módulo Grid-Analysis, se realiza el análisis de fragmentación para encontrar las áreas núcleo de las coberturas naturales, ya que, por efecto de borde, algunas coberturas naturales con tamaños reducidos no generan unidades ecosistémicas funcionales. En el análisis de fragmentación del programa SAGA se emplean los siguientes parámetros:

2 **NOTA:** Para disminuir el efecto de borde en el patrón de fragmentación por obtener, el análisis de fragmentación tiene en cuenta los fragmentos naturales que se encuentran en inmediaciones del perímetro definido.

Parámetros establecidos para el análisis de fragmentación



Fragmentation (Alternative)	
Data Objects	
Grids	
Grid system	1; 2002x 1741y; 0.5x 0.5y
>> Classification	01. Feature_1
<< Density [Percent]	02. Density [Percent]
<< Connectivity [Percent]	03. Connectivity [Percent]
<< Fragmentation	04. Fragmentation_final
Tables	
< Summary	01. new
Options	
Class Identifier	0
Neighborhood	3; 3
Level Aggregation	average
Add Border	☑
Connectivity Weighting	1.1000000000000001
Minimum Density [Percent]	10
Minimum Density for Interior Forest [Percent]	99
Search Distance Increment	1
Density from Neighbourhood	☑

Fuente: UPRA (2016).

Con la definición de estos parámetros se procede al análisis de fragmentación, a partir del cual se establecen las siguientes categorías de fragmentación: (1) interior o núcleo, (2) parche consolidado, (3) parche en transición a la fragmentación, (4) área de borde, (5) perforación y (6) indeterminado.

Estas categorías de fragmentación correlacionan las métricas de paisaje en análisis (número y densidad de parches, área de perforación, área núcleo, área de borde, dimensión fractal, forma, tamaño y perímetro, entre otras).

El mapa de fragmentación resultante se exporta a ArcGis en formato GRID, en el cual se realiza un *Dissolve,* generalizando dos categorías: "áreas núcleo" (calificación 1) y "otras" (calificación *Null*). Estas áreas con cobertura natural representan los remanentes de hábitats funcionales, las cuales sirven como focos para analizar la movilidad de especies y servicios ecosistémicos por medio de la matriz rural.

De esta forma, el mapa obtenido de áreas núcleo, constituye un insumo para el análisis de costo-distancia.

b) Análisis de permeabilidad de la matriz (análisis de costo-distancia)

Este análisis interpreta la fricción o dificultad que generan las diferentes coberturas al tránsito de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, a través de valores categóricos de resistencia o contraste a su movilización.

Se parte del mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000; se reclasifican las coberturas de acuerdo con parámetros indicativos de la resistencia al tránsito de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en la matriz del paisaje, con la cual se constituye una matriz o superficie de resistencia (Ruiz et al., s.f.). Para este ejercicio, se emplea una escala categórica entre 1 y 10, siendo 1 el mínimo valor de resistencia, fricción o contraste al tránsito, y 10 el máximo valor.

La resistencia de las coberturas se califica conforme a un modelo de resistencia [3]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.

3 Para este análisis no se toma como modelo un "organismo típico" con requerimientos de hábitat específicos (Correa, 2009), puesto que el objeto del análisis no es el diseño de rutas de mínimo costo para la movilización de alguna especie en particular entre dos lugares seleccionados. En cambio, se establecen las condiciones que restringen la movilidad al conjunto de la biodiversidad.

La siguiente tabla presenta los parámetros que describen el modelo de resistencia:

Parámetros del modelo de resistencia de la matriz del paisaje

Criterio	Descripción de parámetros
Movilidad en la matriz del paisaje	· La mayor movilidad de especies y servicios ecosistémicos ocurre al interior, y entre parches de vegetación natural, subnatural y seminatural funcionalmente activos, por constituir zonas de vida, refugio, cría, caza o alimento; o de generación y regulación de servicios ecosistémicos. · La vegetación riparia facilita la conexión entre los parches de coberturas naturales inmersos en la matriz. · Niveles moderados a altos de régimen de disturbio, restringen la movilidad (presencia humana, laboreo, ruido, contaminación, deforestación, tierras desnudas o degradadas), en tanto que niveles bajos a intermedios (mosaicos con espacios naturales) pueden facilitarla, por cuanto imprimen cierto nivel de heterogeneidad de hábitat en el paisaje. · Las vías y otras infraestructuras humanas de alto impacto (tránsito, ruido, polución y accidentalidad, entre otros) actúan diferencialmente como barreras y aumentan el grado de resistencia. · La homogeneización del paisaje reduce la oferta de hábitat por simplificación o agotamiento de recursos, por tanto, reduce la movilidad del conjunto de la biodiversidad, favoreciendo a algunos elementos aislados. · Los cortes abruptos entre tipos de cobertura y parches de hábitat reducen la movilidad, en tanto que los ecotonos graduales la facilitan. · La mayor resistencia se da en presencia humana constante o sistemas de producción intensivos (territorios artificializados, cultivos de alto nivel de laboreo). · La pendiente y los cursos de agua no constituyen restricciones generalizadas.

De esta forma las coberturas se reclasifican en una escala categórica de valores de resistencia (1-10), que contempla el grado de dificultad, fricción, oposición, contraste o impedimento que ofrece cada una de las coberturas al desplazamiento de la biodiversidad o los servicios ecosistémicos. Esta escala presenta generalizaciones dependiendo del nivel de transformación de las coberturas, y particularidades en función del contexto socioecosistémico.

Descripción de las categorías de resistencia de las coberturas

Descripción	Categoría
Resistencia mínima. Coberturas naturales, subnaturales y seminaturales de los grupos 3, 4 y 5 de Corine Land Cover que representan el máximo estado de conservación. Se excluyen las plantaciones forestales (3.1.5.), tierras desnudas y degradadas (3.3.3.), y zonas quemadas (3.3.4.)	0
Resistencia muy baja. Coberturas naturales, subnaturales y seminaturales. Se asemejan al grupo 3 de Corine Land Cover que incorporan algún elemento leve de transformación como las coberturas naturales fisionómicamente abiertas.	1

Resistencia baja. Coberturas naturales, subnaturales y seminaturales. Incluyen las coberturas del grupo 3 de Corine Land Cover que incorporan algún elemento moderado de transformación, prevaleciendo su esencia natural y alta heterogeneidad de hábitat, aunque con diferente composición a la original, como los bosques fragmentados, o la vegetación secundaria alta.	2
Resistencia media baja. Territorios con grado moderado de transformación en los que coexisten las coberturas naturales, subnaturales y seminaturales del grupo 3 de Corine Land Cover con elementos antrópicos de uso extensivo, los cuales generan heterogeneidad de hábitat, aunque con diferente composición a la original, como los mosaicos de pasturas con espacios naturales y la vegetación secundaria alta.	3
Resistencia media. Territorios agropecuarios que coexisten con coberturas naturales, subnaturales y seminaturales, y territorios agrícolas, de los grupos 2 y 3 de Corine Land Cover. Grado moderado de transformación, donde coexiste lo natural junto con elementos antrópicos de importancia, o elementos antrópicos que presentan regímenes de disturbio bajo a moderado que posibilitan la presencia de elementos naturales como los mosaicos de cultivos con espacios naturales o los cultivos permanentes arbóreos, o sistemas productivos mixtos que posibilitan estrategias de conservación.	4
Resistencia media alta. Territorios agrícolas del grupo 2 de Corine Land Cover que constituyen sistemas de laboreo permanente. Ofrecen hábitat para grupos selectivos de biodiversidad, o coberturas vegetales que reflejan altos niveles de transformación y periodicidad-recurrencia, como la vegetación secundaria baja.	5
Resistencia alta. Coberturas culturales propias de territorios agrícolas del grupo 2 de Corine Land Cover, que estructuran unidades simplificadas, baja oferta de hábitat respecto de las unidades ecosistémicas naturales circundantes, alto nivel de transformación, aunque con potencial o dinámica de regeneración.	6
Resistencia muy alta. Coberturas culturales propias de territorios agrícolas del grupo 2 de Corine Land Cover, que estructuran sistemas productivos agrícolas y ganaderos simples y monoespecíficos, con alto nivel de laboreo, o coberturas vegetales que reflejan altos niveles de transformación y periodicidad-recurrencia. No hay evidencia de elementos naturales. Incluye coberturas en estado de deterioro.	7
Resistencia máxima. Territorios artificializados del grupo 1 de Corine Land Cover que no ofrecen hábitat para la vida silvestre y tienen alto impacto negativo sobre los servicios ecosistémicos circundantes (contaminación, polución, agotamiento, deterioro). Incluye coberturas en estado de degradación.	8
Sin información: ejemplo nubes	N/A

Una vez reclasificadas las coberturas en términos de su resistencia, esta constituye un insumo para el análisis de costo-distancia, para lo cual se debe realizar el procedimiento de rasterización del mapa de resistencia, con un tamaño de pixel de 30 m x 30 m.

El análisis de costo-distancia se realiza mediante la herramienta "Distance-Cost Distance" de la extensión "Spatial Analyst Tool" del software ArcGis 10.3 (ESRI, s.f.), el cual se basa en el cálculo de valores acumulados de costo para el desplazamiento entre lugares de origen seleccionados (áreas núcleo del análisis de fragmentación), a través de una matriz con resistencia diferencial.

Los datos de entrada del análisis de costo-distancia son:

- **Raster de entrada:** Capa raster de ubicación de los puntos de origen (áreas núcleo del análisis de fragmentación).
- **Raster de costos:** Capa con valores de resistencia/contraste (impedancia) de las coberturas.

Para obtener el mapa de costo-distancia a partir de cada área núcleo, el *software* realiza una matriz de impedancia[4] que se obtiene a partir del valor promedio de impedancia entre el punto de origen (área núcleo) y el pixel más cercano a su alrededor, multiplicado por la distancia entre los centros de ambos pixeles (30 m). Posteriormente, para cada pixel, el *software* calcula el costo acumulado como la suma de impedancias obtenidas entre el pixel y todas las áreas núcleo próximas, y asigna el menor valor obtenido.

En este mapa, las áreas de menor costo acumulado representan las áreas con mayor potencial de conectividad para el tránsito de la biodiversidad o los servicios ecosistémicos entre las áreas núcleos identificadas.

El rango de valores acumulados de costo-distancia obtenidos se reclasifica en tres clases mediante el método de clasificación de intervalos geométricos[5], los cuales se relacionan con la categoría de aptitud.

Conectividad (costo-distancia acumulado)	Aptitud
Conectividad baja. Rango superior de los valores del costo-distancia, clasificados por intervalos geométricos	Alta (A1)
Conectividad media. Rango intermedio de los valores del costo-distancia, clasificados por intervalos geométricos.	Media (A2)
Conectividad alta. Rango inferior de los valores del costo-distancia, clasificados por intervalos geométricos.	Baja (A3)

Calificación de la variable CECN

Descripción	Rango	Aptitud
Conectividad baja	6869,227-112044,71	Alta (A1)
Conectividad media	398,143-6869,227	Media (A2)
Conectividad alta	0-398,143	Baja (A3)

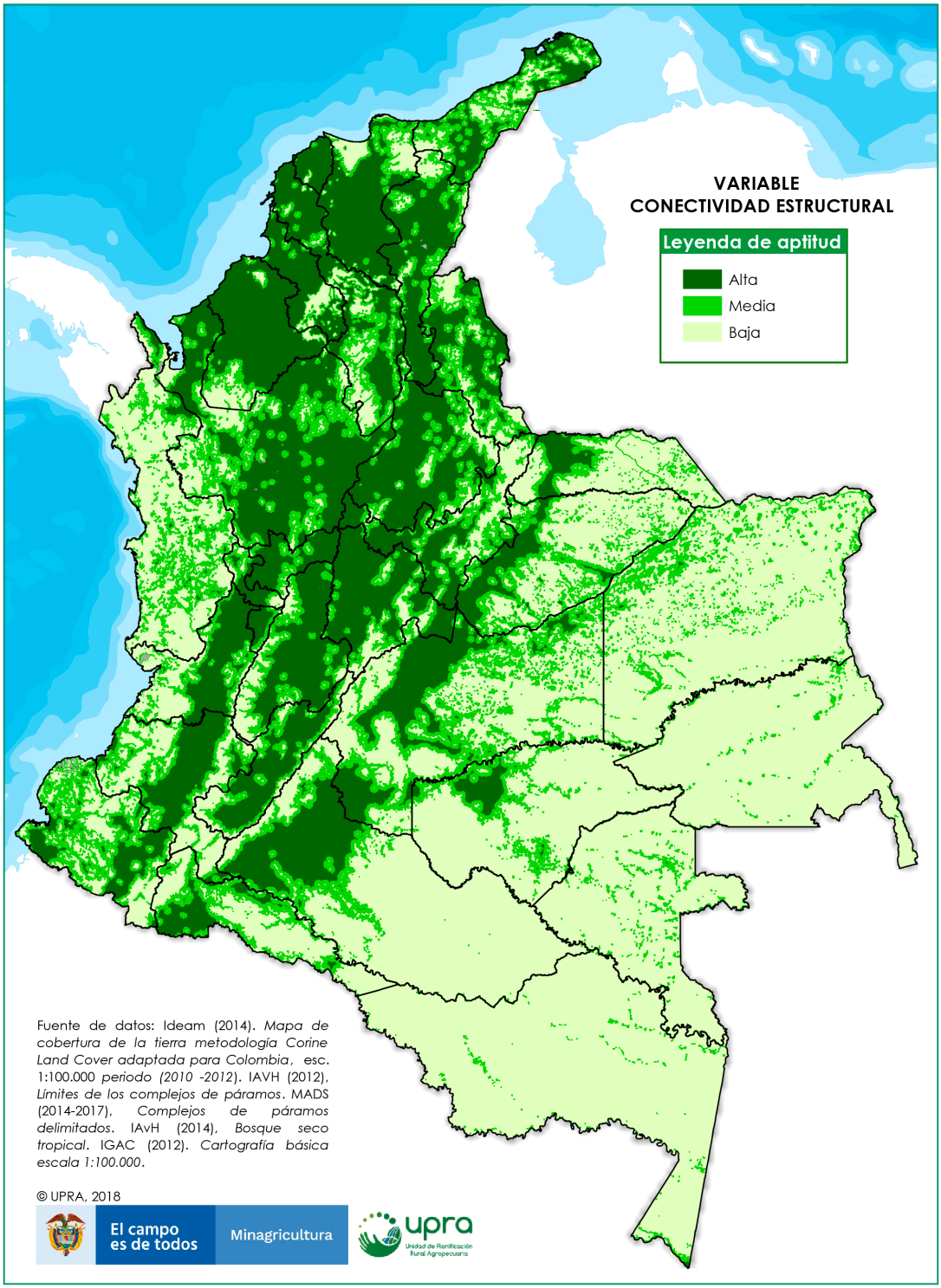
4 La impedancia es una medida de oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica una tensión. La impedancia extiende el concepto de resistencia a los circuitos de corriente alterna, y posee tanto magnitud como fase, a diferencia de la resistencia, que solo tiene magnitud.

5 Se emplea este método de clasificación debido a la distribución asimétrica de los datos con respecto a la mediana. De esta forma, cada clase contiene aproximadamente el mismo número de valores.

Unidad de análisis	Unidad de cobertura
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Fuente de datos: Ideam (2014). *Mapa de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*, esc. 1:100.000 *periodo (2010 -2012)*. IAVH (2012), *Límites de los complejos de páramos*. MADS (2014-2017), *Complejos de páramos delimitados*. IAvH (2014), *Bosque seco tropical*. IGAC (2012). *Cartografía básica escala 1:100.000*.

© UPRA, 2018

El campo es de todos Minagricultura upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Conrad, O. (2002-2015). SAGA API versión 2.2.1.
- Correa, A. (2009). *Análisis del estado actual de conectividad de las coberturas vegetales de la cuenca media del río Tunjuelo.* En Revista Pérez-Arbelaezia n.° 19: 115-139. Recuperado de <http://jbb-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/603/1/An%C3%A1lisis%20del%20estado%20actual%20de%20conectividad%20de%20las%20coberturas%20vegetales%20de%20la%20cuenca%20media%20del%20r%C3%ADo%20Tunjuelo.pdf>
- Díaz, P. y Schmitz, M. (Coords). (2011). *Conectividad ecológica territorial. Estudio de casos de conectividad ecológica y socioecológica. O.A. Parques Nacionales.* Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 236 p.
- ESRI. (s. f). *Entender el análisis de coste-distancia. ArcGis for Desktop.* Recuperado de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/understanding-cost-distance-analysis.htm>
- _. *Cómo funcionan las herramientas de coste-distancia. ArcGis for Desktop.* Recuperado de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-the-cost-distance-tools-work.htm>
- Forman, R. (1995). *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions.* Cambridge: Cambridge University Press.
- Forman, R. y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology.* Nueva York: John Wiley and sons.
- Gurrutxaga S. y Lozano P. (2008). *Ecología del paisaje. Un marco para el estudio integrado de la dinámica territorial y su incidencia en la vida silvestre.* Estudios Geográficos, LXIX, 265. p. 519-543, Recuperado de <http://estudiosgeograficos.revistas.csic.es/index.php/estudiosgeograficos/article/viewFile/97/94>
- IAVH. (2012). Límite de los complejos de páramos.
- _ (2014). Bosque seco tropical.
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam. 72 p.
- _. (2014). Mapa de cobertura de la tierra, metodología Corine Land Cover, escala 1:100.000, período 2010-2012. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Levins, R. (1970): *Extinction.* En Gerstenhaber, M. (ed.), Some mathematical problems in biology, American Mathematical Society, Providence. 75-107 p.
- MADS. (2017). Complejo de páramos delimitados.
- MacArthur, R. y Wilson, E. (1967). *La teoría de la biogeografía de la isla.* Princeton, New Jersey: Presión de la universidad de Princeton.
- Ruiz-González, A.; Gurrutxaga, M.; Madeira, M.; Lozano, P.; Fernández, J. y Gómez-Moliner, B. (s. f.). *Estudio de la conectividad ecológica en la CAPV. Genética del paisaje aplicada sobre una especie-objetivo de la Red de Corredores Ecológicos: la marta europea (Martes martes).* Memoria del proyecto UE07/02. Recuperado de <http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/contenidos/documentacion/genetica_paisaje_m_martes/es_doc/adjuntos/documento.pdf>
- Tischendorf, L. y Fahrig, L. (2000). *How should we measure landscape connectivity?* Landscape Ecology 15: 633-641 p.

2.2.2 Variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
VARIABLE: índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje de área de coberturas naturales en cada unidad biogeográfica (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el porcentaje de área de cobertura natural por unidad biogeográfica, dedicada al desarrollo de procesos ecológicos naturales esenciales y hábitats funcionales para la generación de servicios ecosistémicos, la sostenibilidad del territorio, y para satisfacer la demanda sobre el capital natural.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental de la unidad biogeográfica de análisis, mediante la proporción de área de cobertura natural por unidad biogeográfica disponible para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento de procesos productivos.

La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un territorio, está determinada en gran medida por el área que ocupan las coberturas naturales en las que se desarrollan los procesos ecológicos esenciales, y que son necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio (Vélez y Gómez, 2008).

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

Esta variable no genera exclusión (N1). Se identifica un rango de variación porcentual respecto al área de la unidad biogeográfica, y se establece un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.

Los rangos se establecen, de acuerdo con parámetros acerca del carácter estratégico de las coberturas naturales (Márquez, 2003), y se reclasifican de acuerdo con su interpretación ecológica (Machado, 2004), respecto a la aptitud para el desarrollo del cultivo tecnificado de banano de exportación.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica mediante la cual se construyó esta variable. "Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia", permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial, aunque 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 (Aguilera *et al.*, 2009).

El uso de la variable debe ser periódicamente actualizada para ser incorporada en una zonificación.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se desarrolla una relación del 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 el Ideam (2012).

Para esto, se realizó el cruce de la capa de cobertura de la tierra con el de unidades biogeográficas, elaborado y facilitado por el IAVH (2017), en relación con la unidad biogeográfica de análisis.

$$\text{Inat} = \frac{\text{Superficie de coberturas naturales (ha)}}{\text{Tamaño de unidades biogeográficas (ha)}} \text{x}100$$

Se establecen los rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003), y se reclasifican en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación.

Calificación de la variable Índice de Naturalidad (Inat) por unidad biogeográfica (Adaptado a partir de Márquez, 2003)

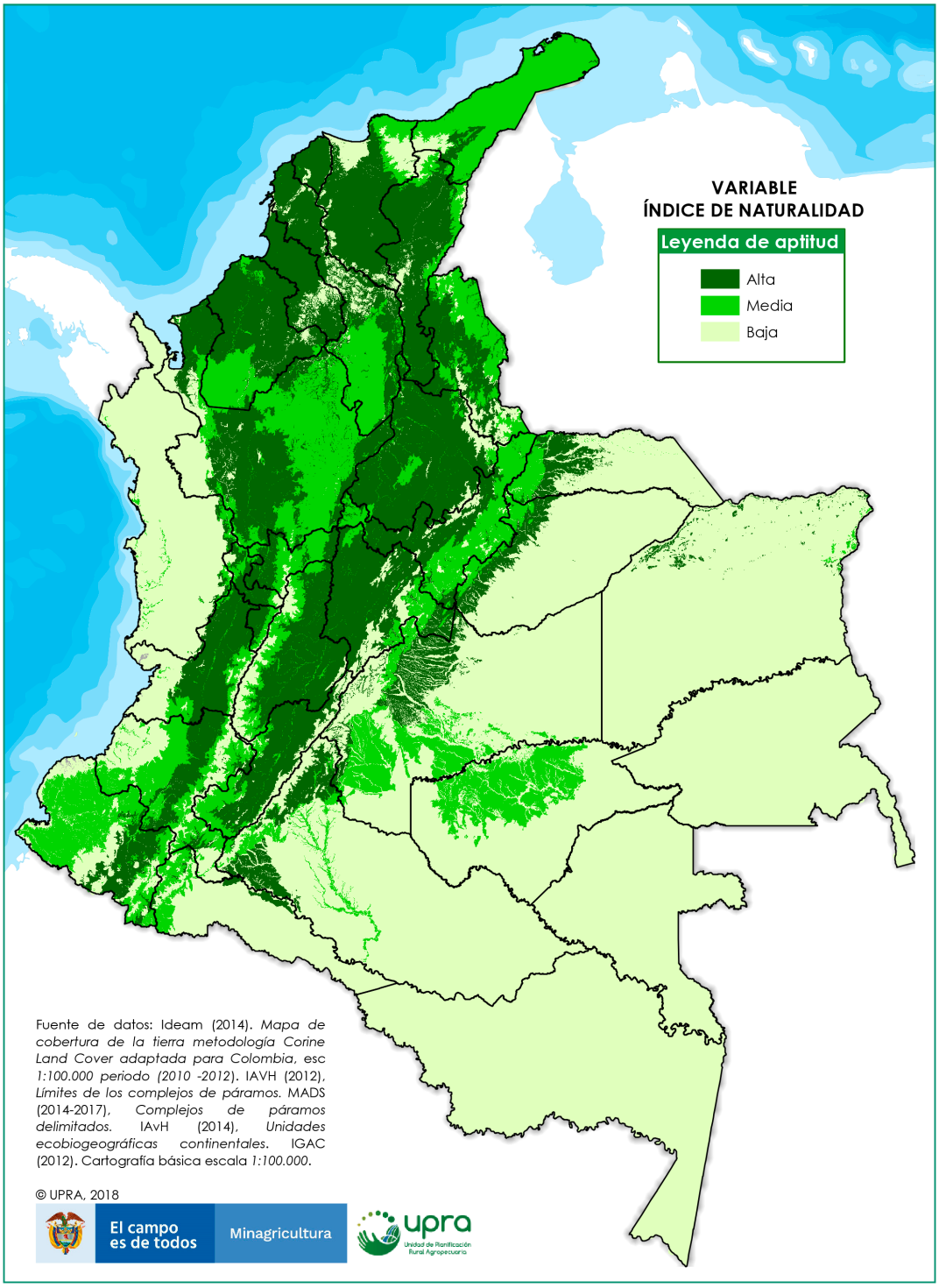
Descripción	Rango (%)	Aptitud
Naturalidad muy baja (vital) Naturalidad baja (estratégica) Naturalidad moderada	0-5 5-30 30-50	Alta (A1)
Naturalidad alta	50-75	Media (A2)
Naturalidad muy alta (protección)	75-100	Baja (A3)

Unidad de análisis	Unidades biogeográficas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilera, I.; Monteagudo, S.; Castaños, J.; González-Jiménez, A., y Escudero, R. (2009). *Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección.* (S. M. Fornos, Ed.) Recuperado de <http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf>
- Ideam. (2014). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia,* escala 1:100.000. Bogotá: Ideam. 72 p.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- Instituto Alexander von Humboldt. (IAVH). (2017). *Unidades biogeográficas. Escala 1:100.000.* Bogotá: IAVH.
- IAVH. (2012). Límite de los complejos de páramos. Bogotá: IAVH.
- _ (2014). Unidades ecobiogeográficas continentales. Bogotá: IAVH.
- MADS. (2017). Complejo de páramos demlimitados.
- Márquez, G. (2003). *Ecosistemas estratégicos de Colombia.* Sociedad Geográfica de Colombia. Recuperado de <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>.

2.2.3 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
VARIABLE: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	**UNIDAD DE MEDIDA:** categorías de concentración de especies sensibles	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Esta variablemide la densidad de especies sensibles en polígonos identificados como de especial importancia, definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC), áreas de importancia para aves migratorias, o áreas de importancia para la conservación de aves (AICA).

Estas áreas son de importancia, pues 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. Estas áreas además aportan en el funcionamiento natural de los ecosistemas nacionales y transfronterizos, mediante la integración de cadenas alimenticias y ciclos biogeoquímicos, entre otros.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Contribuye a discriminar las unidades de mayor concentración de especies sensibles (amenazadas o de distribución restringida), apoyando a la identificación de elementos de juicio para prevenir conflictos ambientales con lugares de interés ecológico.

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

La variable no genera valores de exclusión (N1). El nivel de aptitud requiere árbol de decisión entre los siguientes parámetros:

a) Densidad normalizada de especies sensibles en áreas prioritarias para la conservación.

b) Densidad normalizada de especies sensibles en áreas de importancia para la conservación de aves.

c) Riqueza potencial en áreas de importancia para aves migratorias asociadas a ambientes de bosque, abiertos y acuáticos.

Para integrar la información de concentración de especies sensibles, y evitar redundancias, se realizó una combinación de las capas resultantes, realizando una reclasificación de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el que se adopta el nivel de mayor restricción para ser consecuente con el principio de precaución[6] , así:

Árbol de decisión para integración de los insumos de la variable ACES

Aptitud por AICA	Aptitud por riqueza potencial de aves migratorias	Aptitud por ACES	Aptitud por APC
Alta	Alta	Alta	Alta (A1)
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Media	Alta	Media	
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Baja	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Alta	Alta	Media	Media (A2)
	Media	Media	
	Baja	Baja	

6 El principio de precaución señala que en caso de presentarse una falta de certeza científica absoluta frente al desarrollo de una actividad en una zona determinada, la decisión debe inclinarse necesariamente hacia la protección del medio ambiente, pues si se adelanta la actividad y luego se demuestra que ocasionaba un grave daño ambiental, sería imposible revertir sus consecuencias.

Media	Alta	Media	Media (A2)
	Media	Media	
	Baja	Baja	
Baja	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Alta	Alta	Baja	Baja (A3)
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Media	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	
Baja	Alta	Baja	
	Media	Baja	
	Baja	Baja	

La aptitud para las ACES está definida de acuerdo con lo que se describe a continuación.

Categorías de aptitud para la variable ACES

Rangos	Aptitud
· Áreas sin identificación de APC. · Ausencia de AICA. · Áreas sin importancia para especies migratorias, o lo son en grado moderado o alto para especies asociadas a ambientes de bosque, y bajo para especies asociadas a ambientes contrastantes abiertos o acuáticos.	Alta (A1)
· APC con densidad muy baja o baja de especies sensibles. · AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles. · Áreas de importancia moderada o alta para especies migratorias asociadas a ambientes de bosque, que también lo son en grado moderado o alto para especies asociadas a ambientes contrastantes abiertos o acuáticos.	Media (A2)
· APC con densidad moderada, alta o muy alta de especies sensibles. · AICA con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles. · Áreas de importancia baja para especies migratorias asociadas a ambientes de bosque, pero que son en grado moderado o alto para especies asociadas a ambientes abiertos o acuáticos. O áreas que, siendo importantes en grado moderado a alto para especies asociadas a ambientes de bosque, también los son en grado alto para especies asociadas a ambientes contrastantes abiertos y acuáticos.	Baja (A3)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No existen estudios de orden nacional que determinen la distribución y concentración de especies sensibles, por lo que el cubrimiento no fue homogéneo. Esto supuso integrar varios estudios realizados con diferentes metodologías y finalidades, para complementar el panorama nacional.

Se partió del supuesto de que en todo el país hay biodiversidad con valor de conservación, y se destacaron algunos lugares del territorio debido a la concentración de esta biodiversidad con respecto al área. Por tanto, la variable supuso una menor concentración en las áreas no mencionadas, pero puede corresponder en la realidad a estudios no elaborados, por lo que ha de complementarse a medida que se incorpore nueva información al respecto.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La 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, lista de áreas de importancia para la conservación de aves (AICA), y riqueza potencial para aves migratorias en agroecosistemas. Se emplea la información sobre biodiversidad asociada a las APC (IAVH y ANH, 2013), AICA (IAVH, 2015), y agroecosistemas (Selva, 2012).

a) Áreas prioritarias de conservación (APC).

Se mide a través de la siguiente información:

- Densidad de especies sensible/km^2, en áreas prioritarias de conservación (APC) –que son áreas no declaradas en el SINAP–). Para esta medición se toma de base la información generada por el IAVH y la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) en 2013 en el portafolio de áreas prioritarias de conservación (APC), escala 1:100.000 (IAVH y ANH, 2013).
- Capa geográfica de las unidades biogeográficas y biomas en Colombia - que están siendo utilizadas para los Conpes nacionales ambientales - con datos para 355 áreas sobre bioma y superficie (ha).
- Datos de presencia-ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH.
- Listado de especies de mamíferos, peces, aves y plantas endémicas o amenazadas.

Para incorporar la información referente a la densidad de especies sensibles, se toman los Objetos de Conservación (OdC) de filtro fino y de filtro grueso del portafolio de Áreas Prioritarias de Conservación (APC), los cuales representan unidades de análisis para la conservación de elementos de la biodiversidad a nivel de especies, o ecosistemas respectivamente. Entre mayor sea el número N (riqueza) de especies sensibles o endémicas en relación con el tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio con la actividad desarrollo del cultivo comercial de banano de exportación de acuerdo con el TUT descrito.

Para este análisis se asigna a cada polígono de APC (tamaño medido en km2), el valor identificado del número de especies sensibles objeto de protección, para obtener un valor de densidad o concentración de especies.

Los rangos de aptitud para densidad de especies sensibles son:

Descripción	Rango	Aptitud por densidad de especies sensibles
Áreas sin identificación de APC	ln (D) < -10,02	Alta (A1)
APC con densidad muy baja de especies sensibles APC con densidad baja de especies sensibles	ln (D) = -10,02 a -5,72 ln (D) = -5,71 a -2,77	Media (A2)
APC con densidad moderada de especies sensibles APC con densidad alta de especies sensibles APC con densidad muy alta de especies sensibles	ln (D) = -2,76 a -1,42 ln (D) = -1.42 a -0,06 ln (D) = -0,05 a 6,42	Baja (A3)

De otro lado, se emplearon la capa de las unidades biogeográficas (IAvH) 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 contabilizaron por medio de los datos de presencia-ausencia de especies de los modelos de probabilidad de especies y de número de registros de los biomodelos del IAVH, asignando 1 para las especies presentes y 0 para su ausencia.

Se asigna a cada unidad biogeográfica el valor de las especies amenazadas o endémicas que le corresponda. Posteriormente, se unen estas dos tablas por medio del campo "unidad biogeográfica" en el software ArcGis 10.3 y, se obtiene una tabla que indica la cantidad de especies amenazadas o endémicas para cada unidad. Finalmente, se realiza una clasificación de los valores obtenidos.

Los rangos de aptitud presencian ausencia de especies sensibles, estos son:

Descripción	Aptitud por presencia-ausencia
Unidades biogeográficas con un número de especies amenazadas o endémicas ≤ 22	Alta (A1)
Unidades biogeográficas con un número de especies amenazadas o endémicas 23 a 44	Media (A2)
Unidades biogeográficas con un número de especies amenazadas o endémicas ≥ 45	Baja (A3)

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

Árbol de decisión para integración de los insumos de APC

Aptitud por Presencia-ausencia	Aptitud APC	Aptitud por densidad de especies sensibles
Alta	Alta	Alta (A1)
Media	Media	
Baja	Baja	
Alta	Media	Media (A2)
Media	Media	
Baja	Baja	
Alta	Baja	Baja (A3)
Media	Baja	
Baja	Baja	

b) Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)

Con la información de áreas de importancia para la conservación de aves del IAVH, se realizó una depuración de la información:

- Se eliminaron de la base de datos de especies las AICA que no tuvieran polígono en el shape entregado.
- Se organizó la información por AICA y se eliminaron duplicados de la información en cuanto a especies.
- Se obtuvo por cada AICA el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, al igual que endemismos, distribución restringida y congregación de aves.

Para cada AICA se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) que se reporta en cada una, de acuerdo con la base de datos facilitada y, se dividió por el área del AICA en km^2.

Finalmente, para la reclasificación se calcula el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinan los rangos para su reclasificación, las áreas donde hay AICA establecidas, se clasifican de acuerdo con el valor de ln(D), mediante el método de clasificación Natural Breaks del software ArcGis 10.3. De esta forma, a los rangos definidos se les asigna la siguiente calificación:

Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en AICA

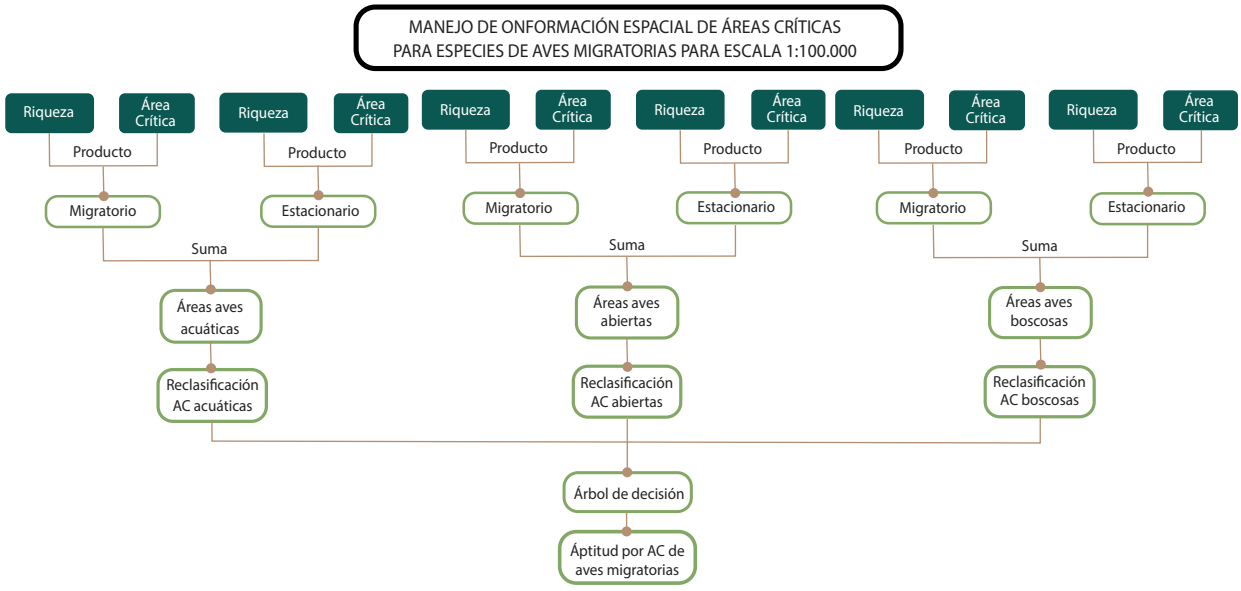
Descripción	Rango (ln D)	Aptitud por AICA
Áreas sin identificación de AICA	< -8,085	Alta (A1)
AICA con densidad muy baja de especies sensibles	-8,085 a -6,137	Media (A2)
AICA con densidad baja de especies sensibles	- 6,137 a -4,189	
AICA con densidad moderada de especies sensibles	-4,189 a -2,241	Baja (A3)
AICA con densidad alta de especies sensibles	-2,241 a -0,293	
AICA con densidad muy alta de especies sensibles	-0,293 a 1,67	

c) Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios

A partir de la información producida por Selva (2012) para especies migratorias en paisajes agropecuarios, se emplean las capas relacionadas con áreas críticas para el grupo taxonómico de aves, por cuanto contiene un número considerable de registros biológicos que soportan el estudio, así como mayor confiabilidad en el proceso de depuración de las bases de datos. Se emplean las capas de riqueza potencial del grupo taxonómico de aves asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, tanto en período migratorio como en período estacionario.

El procedimiento para determinar la aptitud, de acuerdo con la riqueza de especies migratorias en las áreas críticas, se detalla a continuación:

Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias en agroecosistema



Fuente: Selva (2012).

De esta forma, la primera acción corresponde a la combinación de las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en período migratorio.

Se combinan las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en período estacionario.

Posteriormente, para el grupo de aves de cada tipo de ambiente, se suman las capas correspondientes a ambos períodos (estacionario y migratorio), con el fin de tener una visión completa respecto a la importancia de los diferentes tipos de hábitats a lo largo de todo el proceso migratorio. De esta forma, entre estas dos capas generadas (períodos migratorio y estacional), se realiza una suma para identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.

Los valores de importancia total resultante se dividen en dos categorías mediante la utilización del método de clasificación Natural Breaks del software ArcGis 10.3. Posteriormente se asigna el mayor valor de importancia a las áreas con alta riqueza, e importancia moderada a aquellas con menor valor de riqueza potencial. Para los lugares en los que no existen áreas críticas, se asigna la categoría de "No aplica".

Finalmente, para cada grupo de aves asociado a cada tipo de ambiente, se reclasificó la tabla resultante de los tres pasos anteriores, asignando mayor valor de importancia a aquellos lugares que representan hábitats críticos a lo largo de todo el ciclo de migración, como se muestra en la siguiente tabla:

Reclasificación de aptitud para el cultivo de banano de exportación de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

Importancia de las áreas críticas			Aptitud
Bosque	Abiertos	Acuáticos	
Alta	Alta	Alta	A3
Alta	Alta	Moderada	A2
Alta	Alta	No aplica	A2
Alta	Moderada	Alta	A2
Alta	Moderada	Moderada	A2
Alta	Moderada	No aplica	A2
Alta	No aplica	Alta	A2
Alta	No aplica	Moderada	A1
Alta	No aplica	No aplica	A1
Moderada	Alta	Alta	A2
Moderada	Alta	Moderada	A2
Moderada	Alta	No aplica	A2
Moderada	Moderada	Alta	A2
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	No aplica	A2
Moderada	No aplica	Alta	A2
Moderada	No aplica	Moderada	A2
Moderada	No aplica	No aplica	A1
No aplica	Alta	Alta	A2
No aplica	Alta	Moderada	A2
No aplica	Alta	No aplica	A2
No aplica	Moderada	Alta	A2
No aplica	Moderada	Moderada	A2
No aplica	Moderada	No aplica	A2
No aplica	No aplica	Alta	A1
No aplica	No aplica	Moderada	A1
No aplica	No aplica	No aplica	A1

Para integrar toda la información de ACES relacionada con biodiversidad y evitar redundancias, se combinan las capas resultantes; se realiza una reclasificación de acuerdo con un árbol de decisión, en el que se adopta el nivel de mayor restricción, para ser consecuente con el principio de precaución.

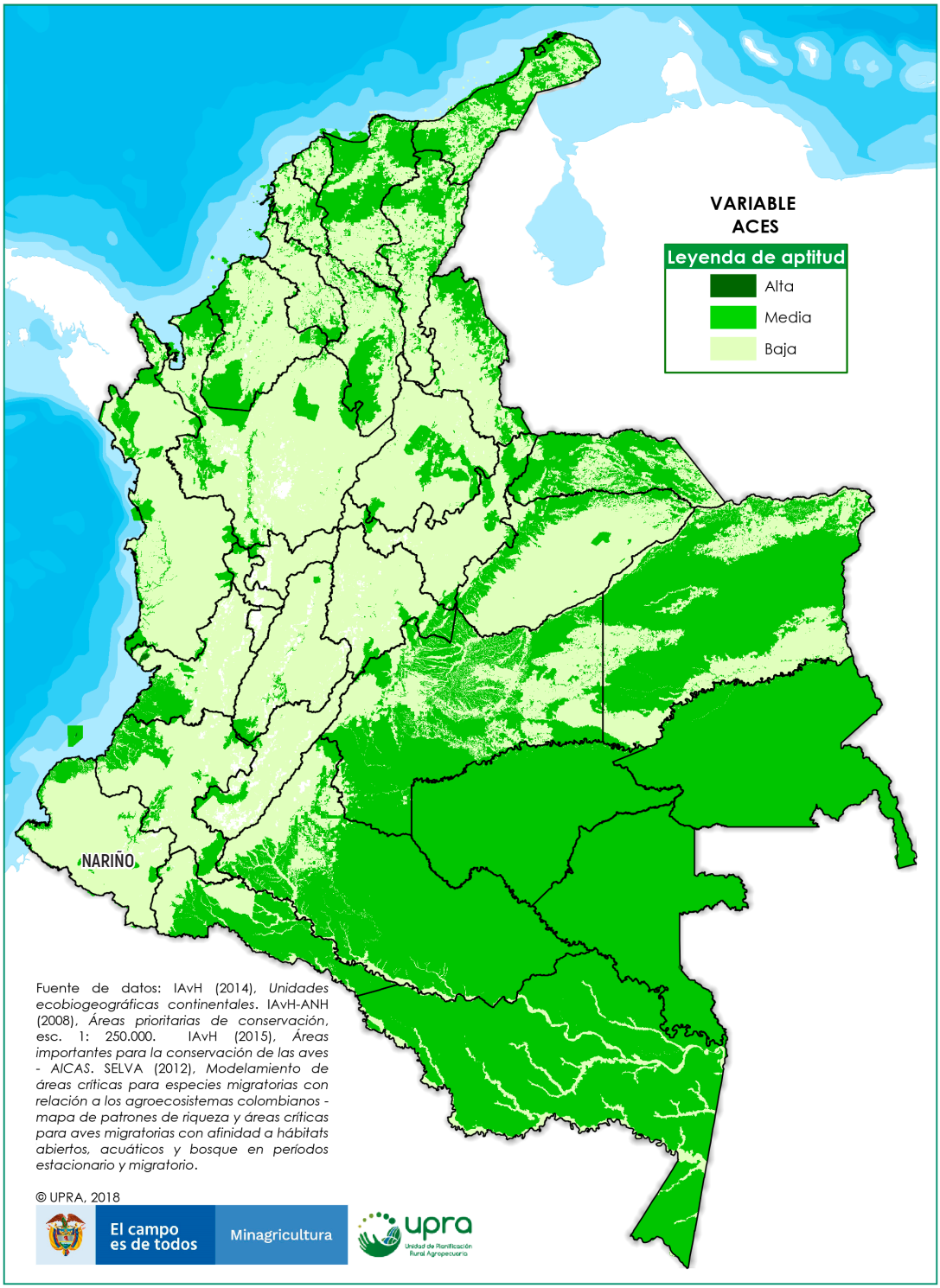
Árbol de decisión para integración de la información de áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

Áreas prioritarias para la conservación	Áreas de importancia para la conservación de aves	Áreas críticas para especies migratorias en paisajes agropecuarios	Aptitud
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2
A1	A2	A3	A3
A1	A3	A1	A3
A1	A3	A2	A3
A1	A3	A3	A3
A2	A1	A1	A2
A2	A1	A2	A2
A2	A1	A3	A3
A2	A2	A1	A2
A2	A2	A2	A2
A2	A2	A3	A3
A2	A3	A1	A3
A2	A3	A2	A3
A2	A3	A3	A3
A3	A1	A1	A3
A3	A1	A2	A3
A3	A1	A3	A3
A3	A2	A1	A3
A3	A2	A2	A3
A3	A2	A3	A3
A3	A3	A1	A3
A3	A3	A2	A3
A3	A3	A3	A3

Unidad de análisis	Polígonos y pixeles de concentración de especies

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACION DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA



Fuente de datos: IAvH (2014), *Unidades ecobiogeográficas continentales*. IAvH-ANH (2008), *Áreas prioritarias de conservación*, esc. 1: 250.000. IAvH (2015), *Áreas importantes para la conservación de las aves - AICAS*. SELVA (2012), *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos - mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y bosque en períodos estacionario y migratorio*.

© UPRA, 2018

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Franco, A.; Devenish, C.; Barrero, M. y Romero, M. (2009). **Colombia.** En C. Devenish, D. Díaz Fernández; R. Clay; I. Davidson; I. Yépez (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation.* Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series num. 16). 135-148 p.
- García-Márquez, J.; R. Moreno y O. Sacharow. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia.* Informe final del Convenio 044 de 2012 entre Fundación Selva: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA. 165 p.
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam. 72 p.
- Instituto Alexander von Humboldt. (IAVH). (2015). *Mapa de áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS).* Fuente de datos: F. Gary Stiles (Instituto de Ciencias de la Universidad Nacional), Alonso Quevedo Gil, Hermano Roque Casallas (Museo de La Salle), Mijael Brand Prada, Dr. Kristof Zyskowski (Yale University´s Peabody Museum of Zoology), Dr. J. Van Remsen (Louisiana State), Asociación Calidris.
- _. (2014). Unidades ecobiogeográficas continentales.
- _ (2015). Áreas importantes para la conservación de las aves (AICAS).
- _. (2017). Base de datos ausencia y presencia correspondientes a los biomodelos de especies, escala 1:100.000. Bogotá: IAVH.
- IAVH y ANH. (2013). Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000. Bogotá: IAvH y ANH.
- Selva. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos, mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y bosques en período estacionario y migratorio.*

2.3. Criterio variación del contenido estimado de carbono

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Es un criterio conformado por la sola variable: variación del contenido estimado de carbono en la biomasa, cuya unidad de medida es el índice de variación del contenido estimado de carbono.

DEFINICIÓN

Es el balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo de banano de exportación.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono. De forma complementaria, esta estimación posibilita incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.

Con base en lo anterior, uno de los ejes de atención corresponde a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

De forma consecuente con las metodologías empleadas a nivel nacional e internacional, la estimación del contenido de carbono en las coberturas se realizó a partir de información general, en escala menor a la requerida.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en el cálculo de carbono contenido en la biomasa vegetal aérea y subterránea, y del suelo, de acuerdo con la siguiente metodología:

a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea

La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realizó a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de *"Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia"* del MAVDT (Páramo, 2007) y el mapa *"Cambios en los contenidos de biomasa-carbono en bosques"* del Ideam (Phillips *et al*., 2011).

A partir de esta información cartográfica, se realizó la diferencia simétrica entre los dos mapas, con el propósito de complementar la información faltante de biomasa en el mapa del Ideam en lo referente a coberturas no boscosas. El mapa resultante de la diferencia simétrica se unió con el mapa del Ideam (2011), obteniendo así el mapa de biomasa aérea (BA) para todas las coberturas vegetales del país.

b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Cairns *et al*. (1997) y Brown y Lugo (1992), según la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa vegetal subterránea} = e^{(-1{,}085 + 0{,}925 \times \ln(BA))}$$

Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la ecuación:

$$C(\text{biomasa subterránea}) = \text{Biomasa subterránea}/2$$

c. Contenido de carbono en la biomasa

Posteriormente, mediante la suma de los mapas de carbono en biomasa aérea y de carbono en biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono total contenido en la biomasa.

d. Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo se estimó a partir de la información suministrada por ISRIC (Soil World information, 2015), a partir de las capas de porcentaje de C orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentaje de fragmentos de más de 2 mm (organic carbon, bulk density, coarse fragments > 2 mm), a 30 cm de profundidad.

El mapa de carbono orgánico total en el suelo se efectúa por álgebra de mapas mediante la aplicación de la ecuación propuesta por FAO (Comisión Europea, 2013):

Carbono orgánico suelo = % Carbono orgánico × densidad aparente × profundidad (0,3 m) × (1 - % fragmentos gruesos)

e. Contenido de carbono total

El mapa de carbono total se genera a partir de la suma de los mapas de biomasa vegetal subterránea y carbono orgánico en el suelo.

f. Calificación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono

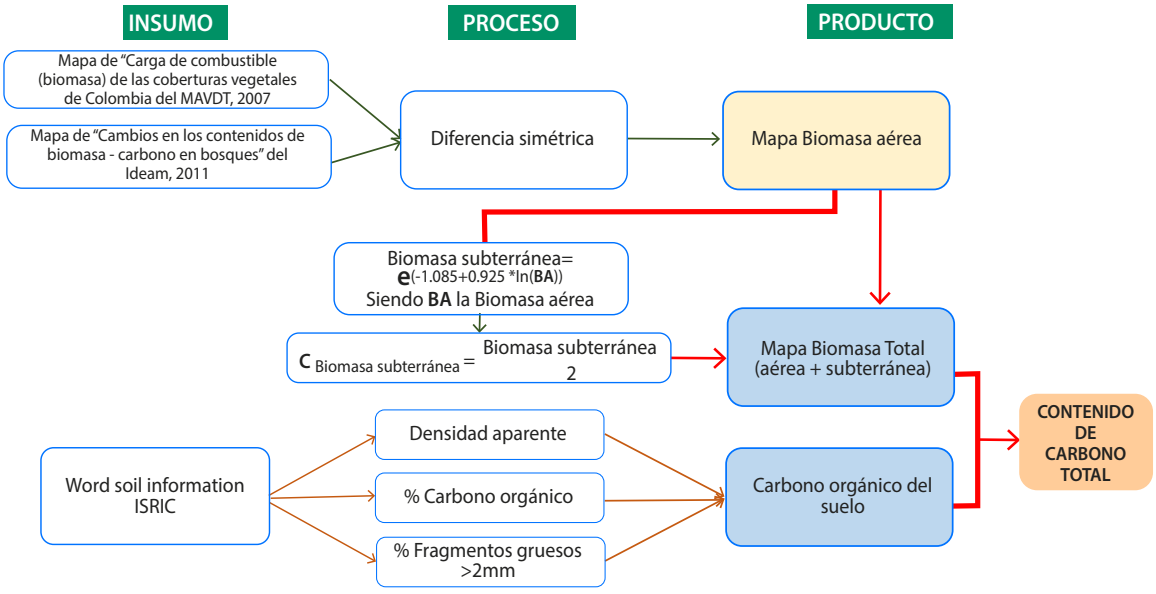
Por otra parte, con el fin de realizar el balance de carbono, se estima que la biomasa por hectárea de un cultivo tecnificado de banano de exportación es de aproximadamente 49,3 t/ha por ciclo de cultivo. Datos calculados a partir de Minagricultura (2015), y UIS e Ideam, (2014).

La calificación de la aptitud se lleva a cabo mediante la comparación del valor estimado de carbono (valor del pixel o de la unidad de análisis espacial), con el valor de referencia estimado de carbono que captura el cultivo de banano de exportación, con el fin de obtener el mapa de diferencia en carbono total frente al cultivo.

$$\Delta CEC = \frac{C_{COBERTURA} - C_{Cultivo\ de\ banano\ de\ exportación}}{C_{COBERTURA}}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el cultivo de banano de exportación para uso industrial por establecer puede representar una mayor cantidad de carbono almacenado en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el reemplazo representa una ganancia en términos de la captura (t de carbono/ha año). En otras circunstancias de cobertura actual, el reemplazo puede representar una cantidad capturada semejante o incluso, en otras condiciones, puede significar una menor cantidad de carbono, en cuyo caso se constituye una pérdida en la acumulación neta por modificación de la cobertura, lo que se traduce en emisiones de carbono a la atmósfera en forma de CO2.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:



Los valores obtenidos en este mapa se reclasificaron según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología de zonificación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de la aptitud para el cultivo de banano de exportación, desde el punto de vista de este criterio se establece siguiendo los siguientes preceptos:

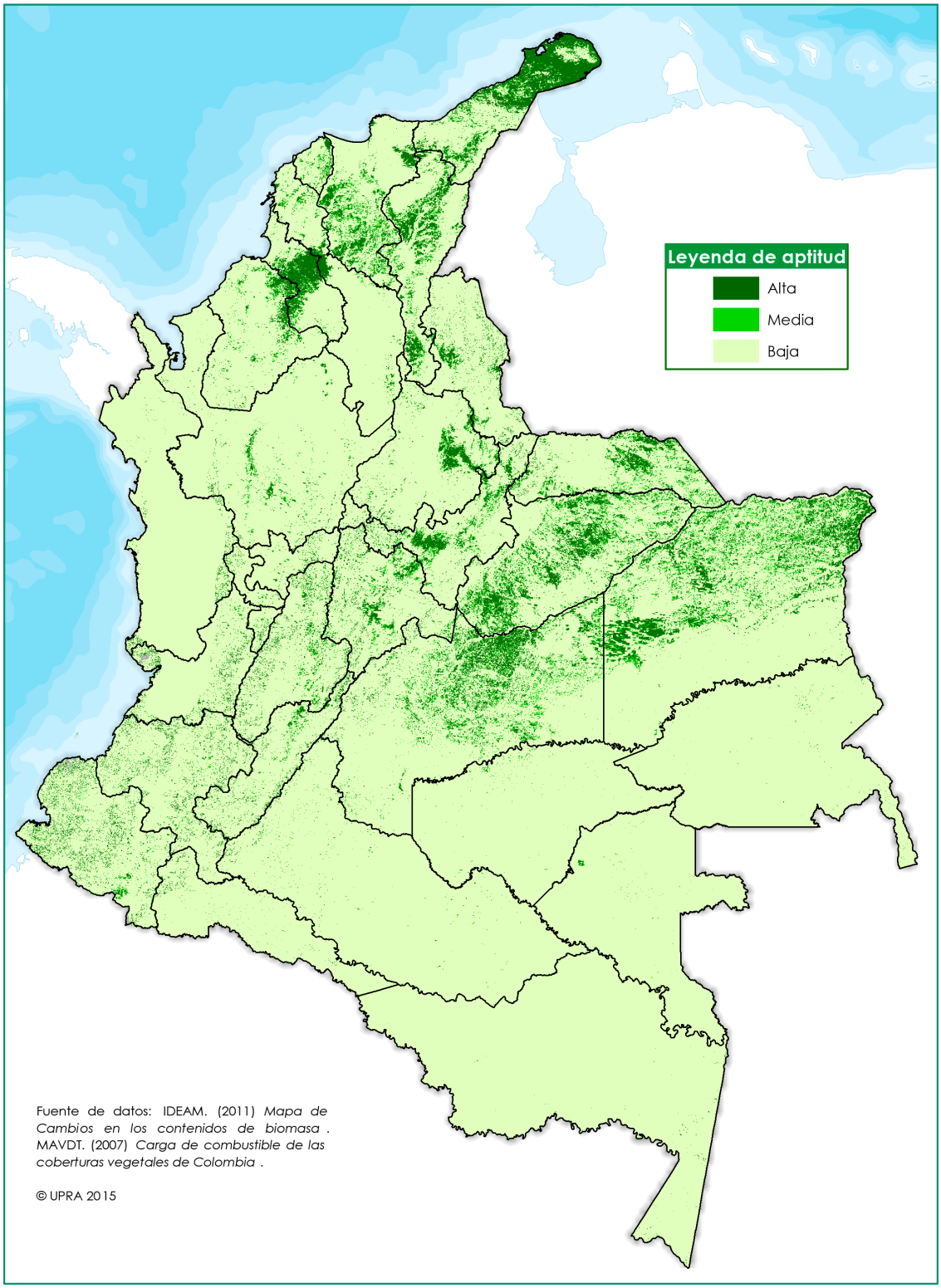
Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (%)	Aptitud
El cultivo es sumidero de carbono	≥ 10	Alta (A1)
El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono	0 a 10	Media (A2)
El cultivo es fuente de emisión de carbono	≤ 0	Baja (A3)

El dato de referencia para definir los rangos es el valor de pastos limpios: 10 t/ha

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO



Fuente de datos: IDEAM. (2011) *Mapa de Cambios en los contenidos de biomasa* . MAVDT. (2007) *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia* .

© UPRA 2015

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Consorcio CUE (2012). Ministerio de Minas y Energía, proyecto *"Estrategias de energía sostenible y biocombustibles para Colombia ATN/JC-10826-CO y ATN/JF-10827-CO". "Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia".*
- Brown, S. y Lugo, A. (1992). *Above ground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon.* En Interciencia 17:8-18.
- Cairns, M.; Brown, S.; Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). *Root biomass allocation in the world's upland forests.* En: Oecologia 111:1-11. EUA: Springer-Verlag.
- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). *Managing Forests for Climate Change Mitigation.* En *Science* 320:1456-1457.
- Capoor, K. y Ambrosi, P. (2008). *State and trends of the carbon market 2008.* Washington, D.C.: World Bank Institute.
- Ideam. (2011). *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Japón: IGES. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>.
- ISRIC - World Soil Information. (2013). *SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping.* Recuperado de: <http://soilgrids1km.isric.org>.
- ISRIC. (2015). *SoildGrids: datos de suelos.*
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2007). *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000.*
- Phillips, J.; Duque, A.; Cabrera, K.; Yepes, A.; Navarrete, D.; García, M.; Álvarez, E.; Cabrera, E.; Cárdenas, D.; Galindo, G.; Ordóñez, M.; Rodríguez, M. y Vargas, D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia.* Bogotá: Ideam. 32 p.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change.* Inglaterra: Cambridge University Press.
- Universidad Industrial de Santander (UIS) e Ideam. (2014). Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia. Biblioteca digital UPME. Recuperado de http://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1058

2.3.1. Variable variación del contenido estimado de carbono

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO	
CRITERIO ASOCIADO: VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO	
VARIABLE: variación del contenido estimado de carbono	**UNIDAD DE MEDIDA:** t/ha

TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Es el balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo de banano de exportación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono. De forma complementaria, esta estimación permite incorporar elementos de competitividad ambiental y económica, pues se puede articular a los esfuerzos nacionales e internacionales de reducción de gases de efecto invernadero, los cuales pretenden disminuir la huella de carbono.

Con base en lo anterior, uno de los ejes de atención corresponde a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono.

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

Esta variable no genera exclusión (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

De forma consecuente con las metodologías empleadas a nivel nacional e internacional, la estimación del contenido de carbono en las coberturas se realizó a partir de información general, en escala menor a la requerida.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en el cálculo de carbono contenido en la biomasa vegetal aérea y subterránea, y del suelo, de acuerdo con la siguiente metodología:

a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea

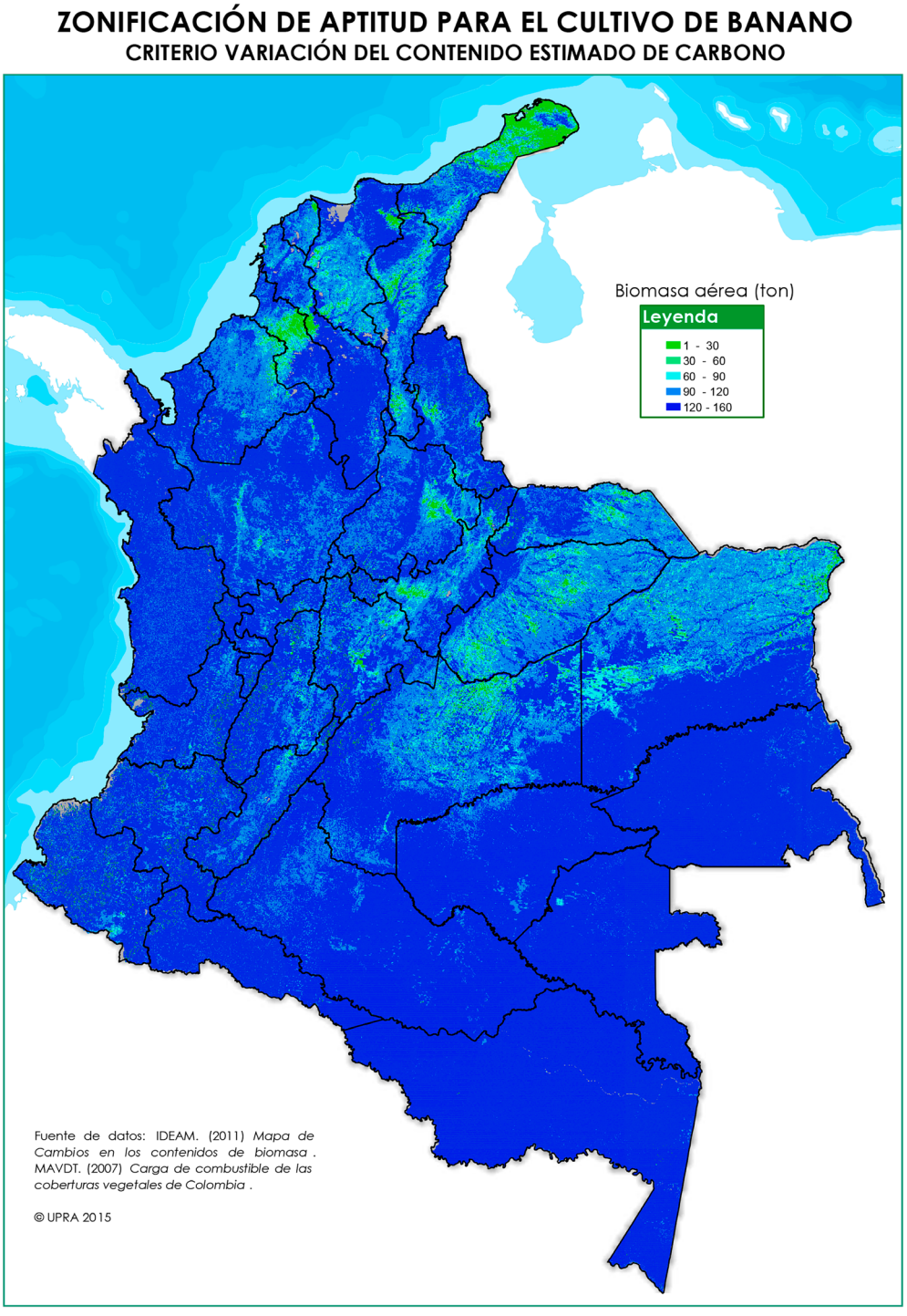
La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realizó a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de *"Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia"* del MAVDT (Páramo, 2007) y el mapa *"Cambios en los contenidos de biomasa-carbono en bosques"* del Ideam (Phillips *et al*., 2011).

A partir de esta información cartográfica, se realizó la diferencia simétrica entre los dos mapas, con el propósito de complementar la información faltante de biomasa en el mapa del Ideam en lo referente a coberturas no boscosas. El mapa resultante de la diferencia simétrica se unió con el mapa del Ideam (2011), obteniendo así el mapa de biomasa aérea (BA) para todas las coberturas vegetales del país.

El contenido de carbono se estima a partir de la siguiente ecuación (IPCC, 2006):

$$C_{BA} = \frac{BA}{2}$$

Biomasa aérea

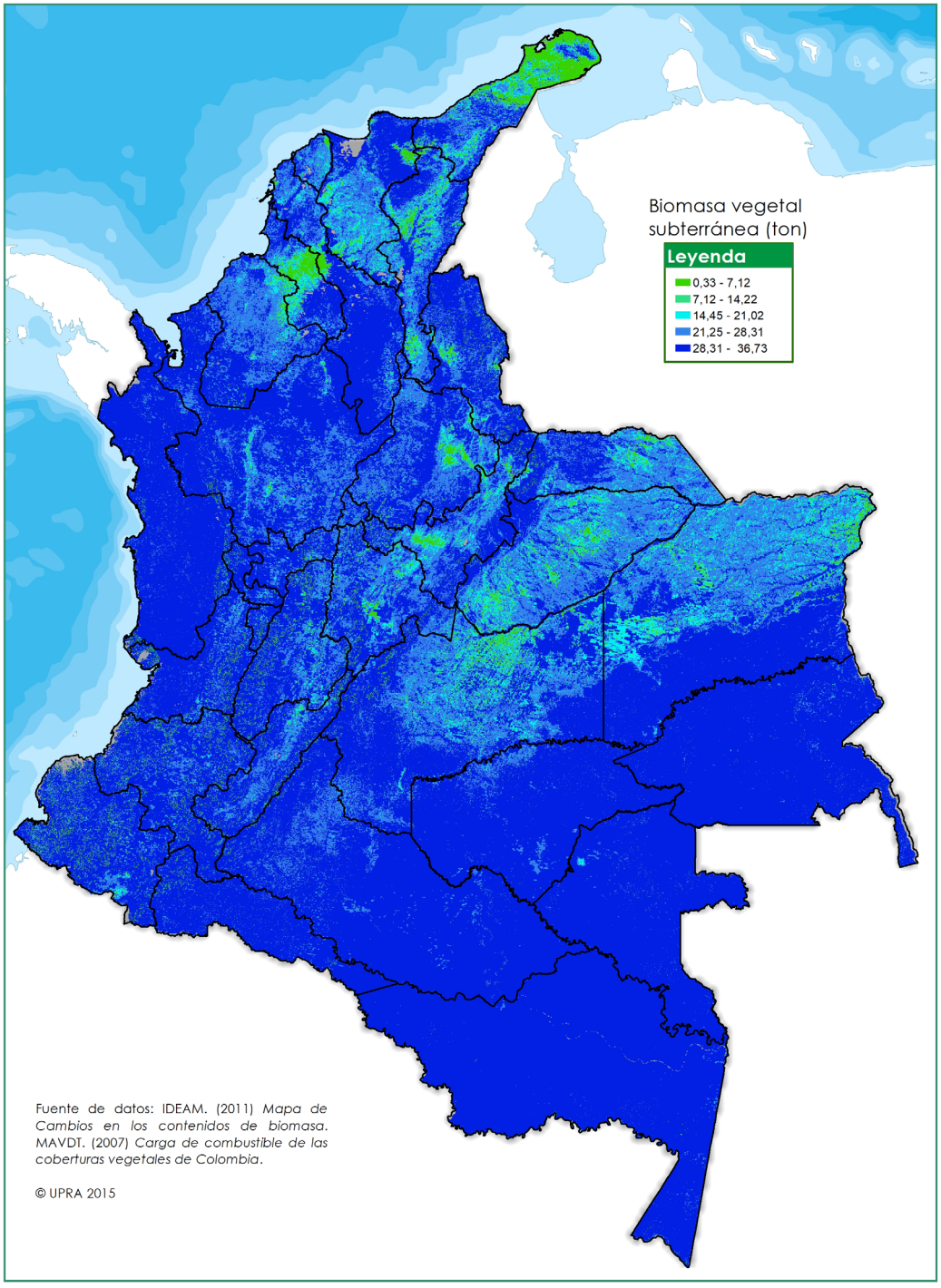


b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa de acuerdo con los fundamentos planteados por Cairns et al. (1997) y Brown y Lugo (1992), según la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa vegetal subterránea} = e^{(-1{,}085 + 0{,}925 \times \ln(BA))}$$

Biomasa vegetal subterránea



Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calculó el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la ecuación:

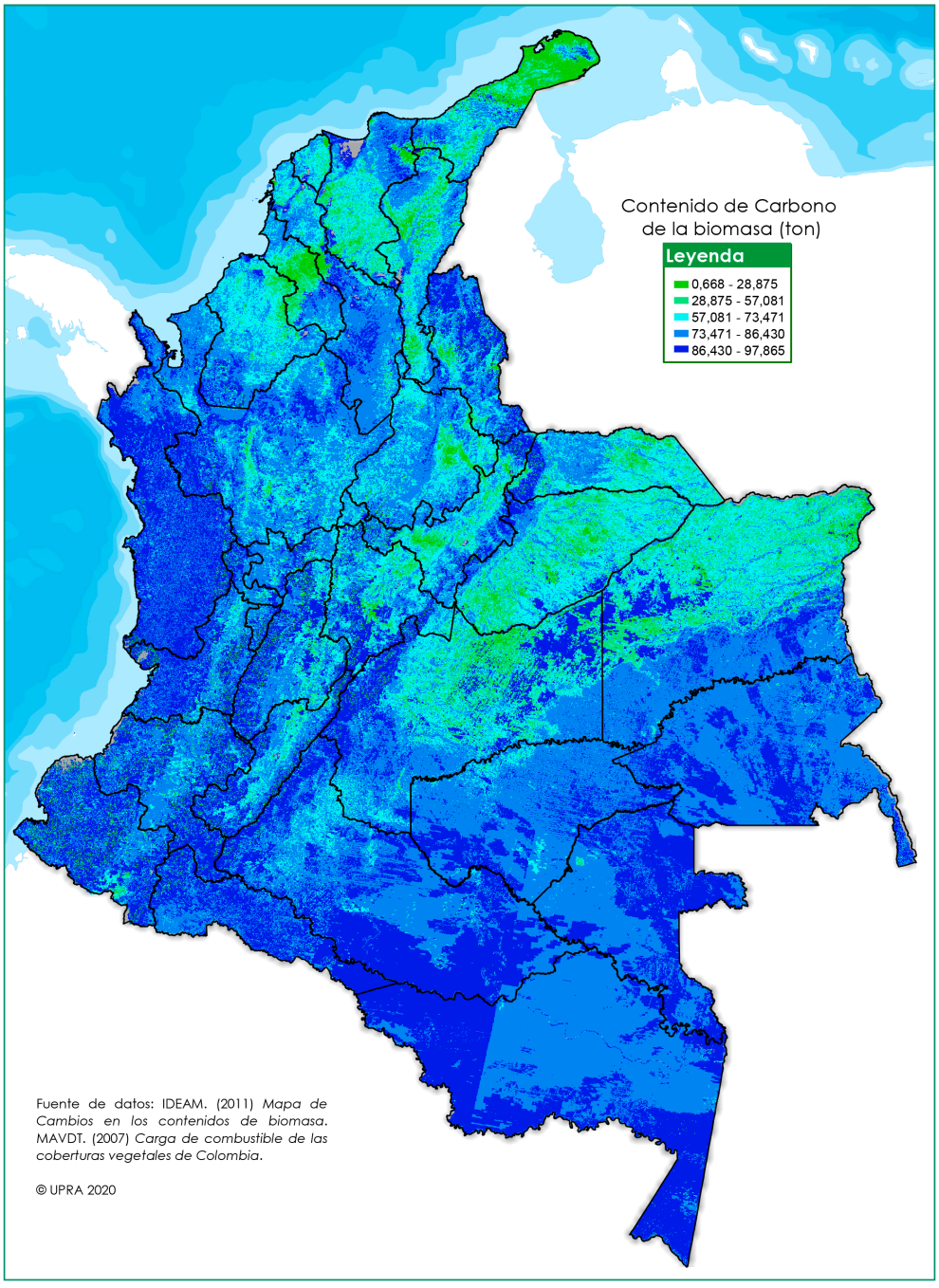
$$C(\text{biomasa subterránea}) = \text{biomasa subterránea}/2$$

c. Contenido de carbono en la biomasa

Posteriormente, mediante la suma de los mapas de carbono en biomasa aérea y de carbono en biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono total contenido en la biomasa.

Carbono total en la biomasa

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO



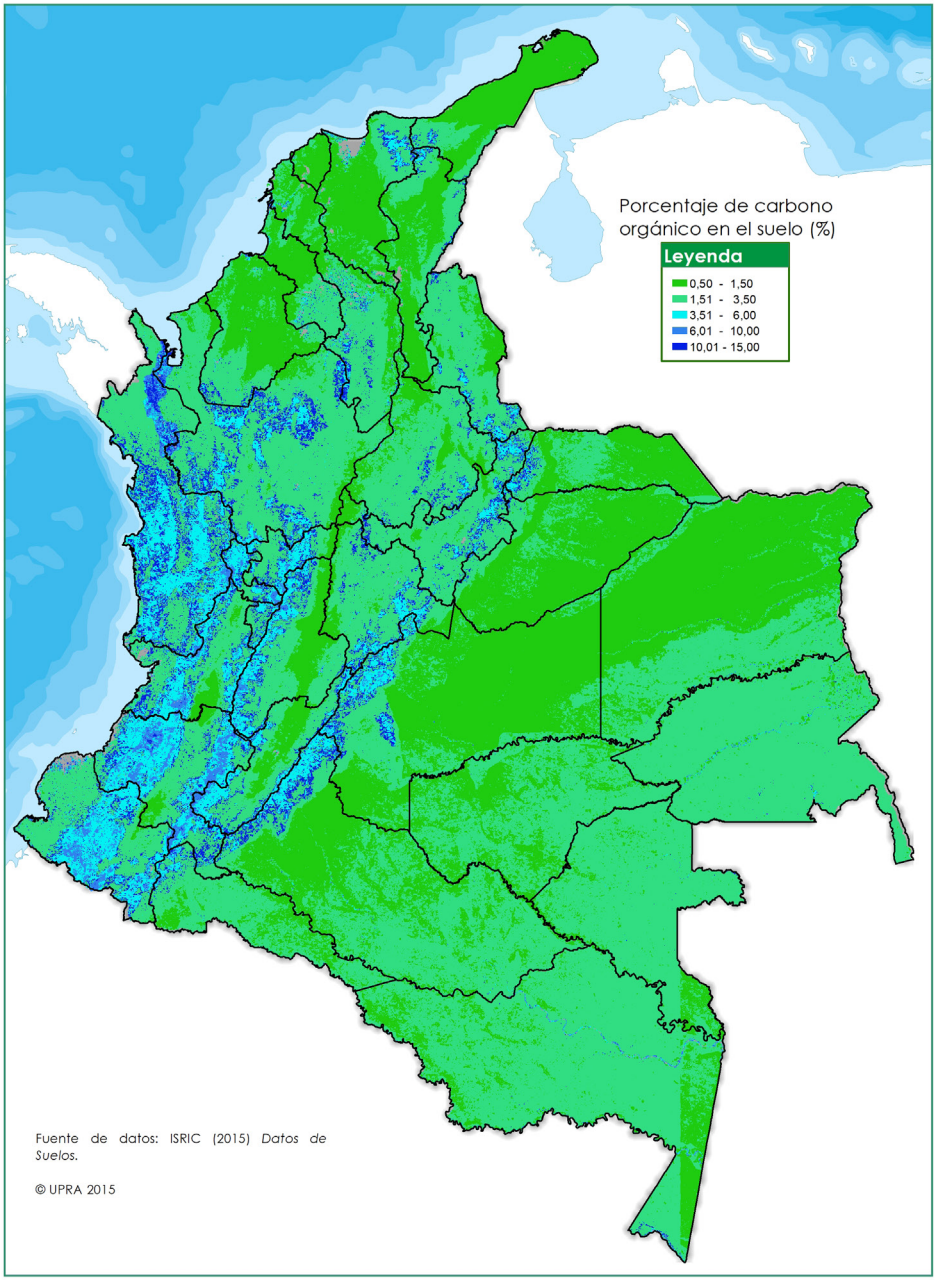
d. Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo se estimó a partir de la información suministrada por ISRIC (Soil World information, 2015), a partir de las capas de porcentaje de C orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentaje de fragmentos de más de 2 mm (organic carbon, bulk density, coarse fragments > 2 mm), a 30 cm de profundidad.

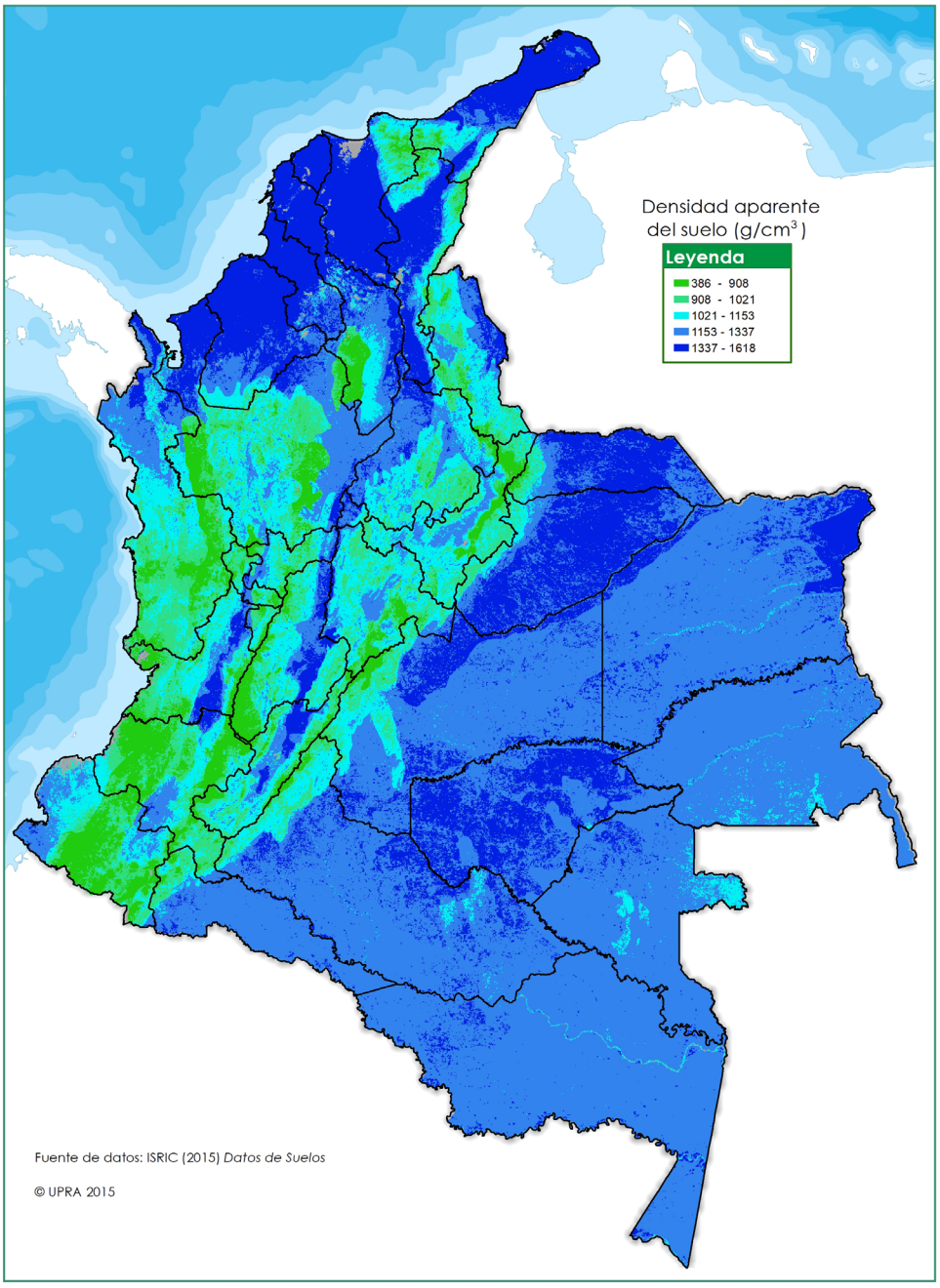
El mapa de carbono orgánico total en el suelo se efectúa por álgebra de mapas mediante la aplicación de la ecuación propuesta por FAO (Comisión Europea, 2013):

Carbono orgánico suelo = % Carbono orgánico × densidad aparente × profundidad (0,3 m) × (1 - % fragmentos gruesos)

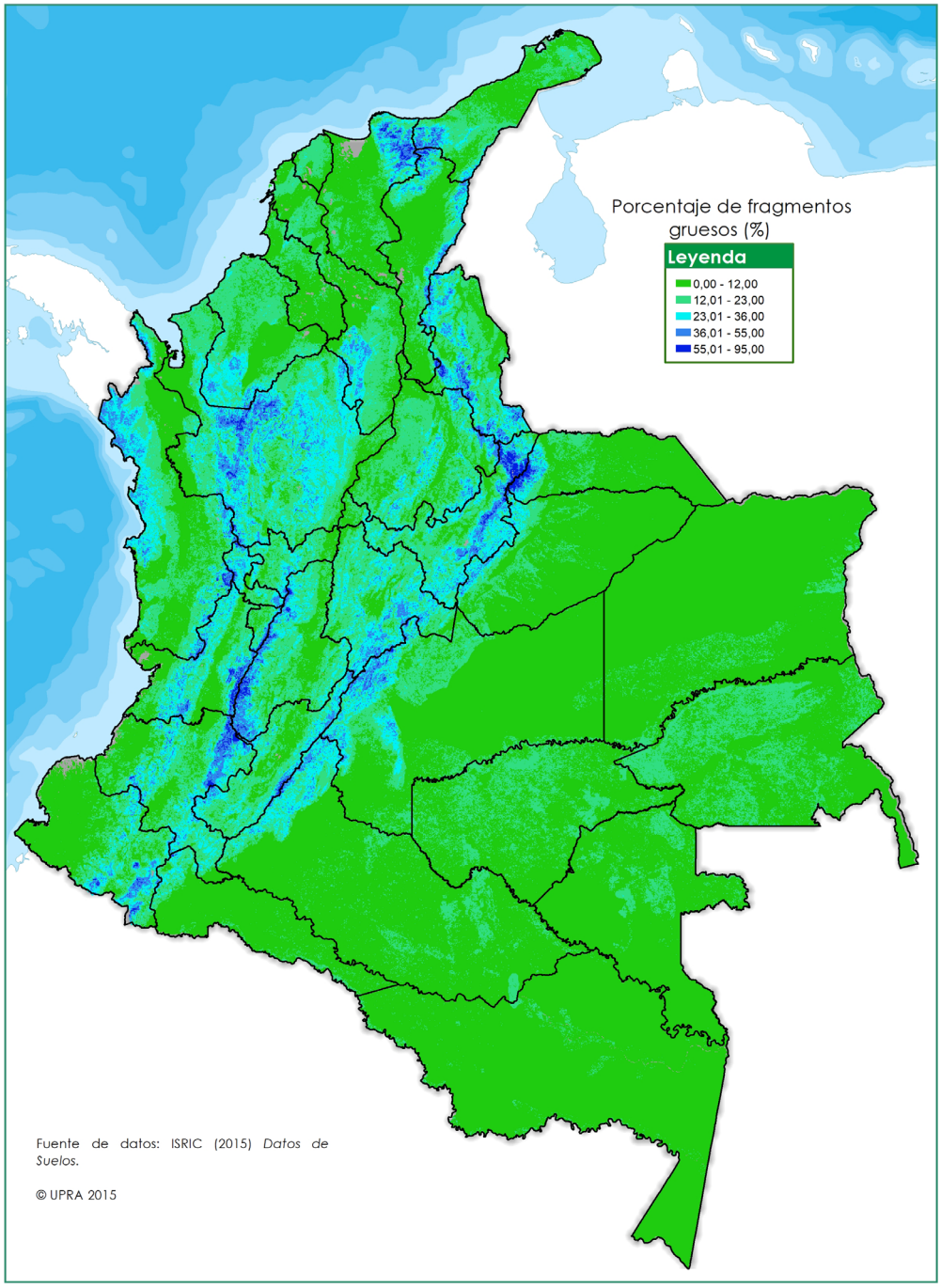
Porcentaje de carbono orgánico en el suelo



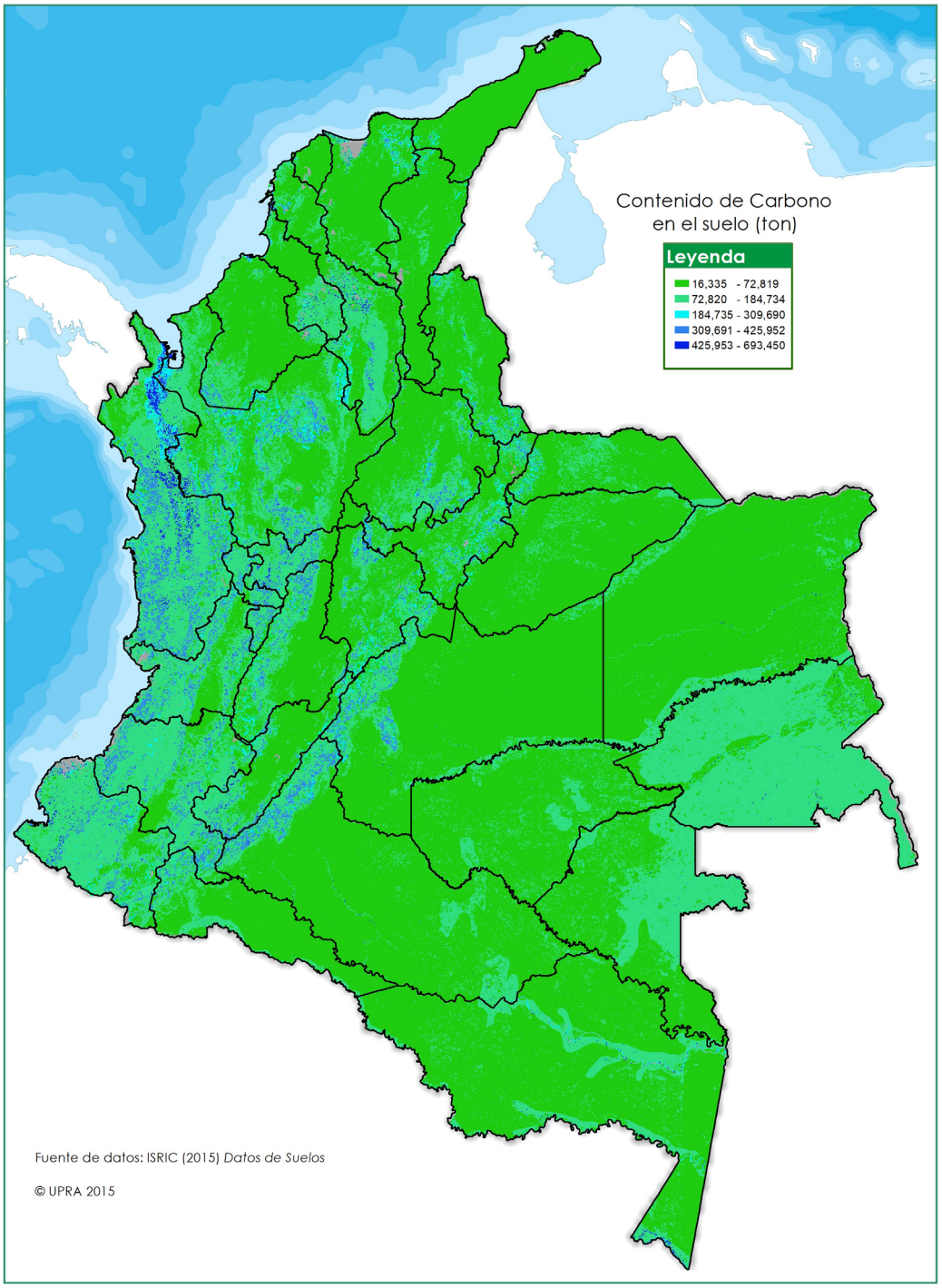
Densidad aparente del suelo



Porcentaje de fragmentos gruesos (> 2 mm) en el suelo



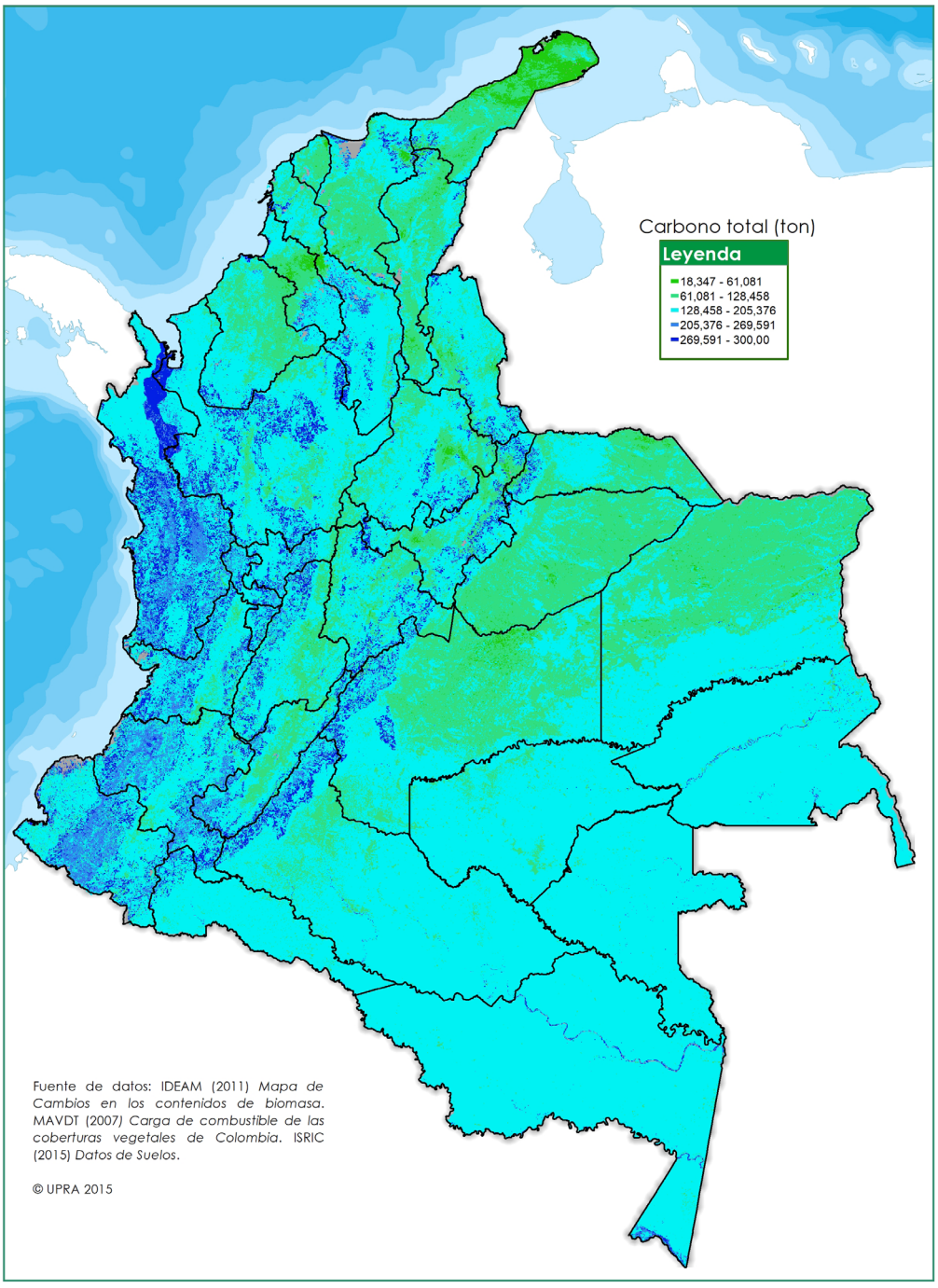
Contenido de carbono en el suelo



e. Contenido de carbono total

El mapa de carbono total se genera a partir de la suma de los mapas de biomasa vegetal subterránea y carbono orgánico en el suelo.

Contenido de carbono total



f. Calificación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono

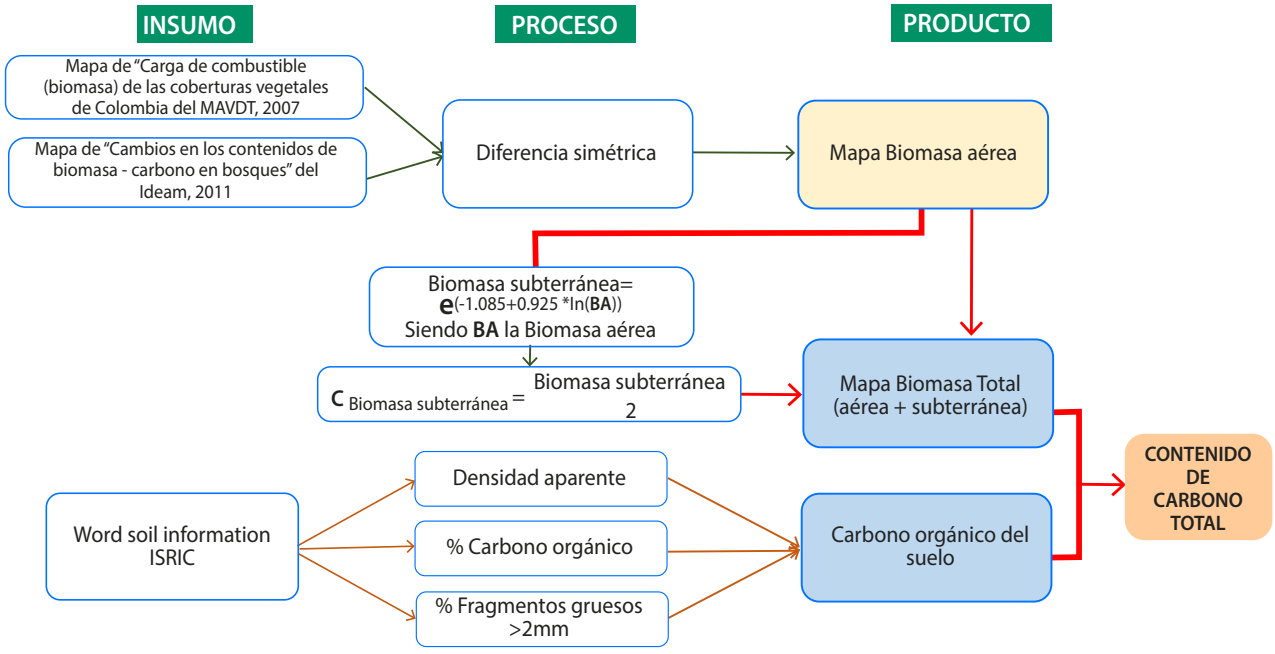
Por otra parte, con el fin de realizar el balance de carbono, se estima la biomasa por hectárea de un cultivo de banano de exportación, para un total de 49,3 t/ha de biomasa por ciclo de cultivo.

La calificación de la aptitud se lleva a cabo mediante la comparación del valor estimado de carbono (valor del pixel o de la unidad de análisis espacial), con el valor de referencia estimado de carbono que captura el cultivo de banano de exportación, con el fin de obtener el mapa de diferencia en carbono total frente al cultivo.

$$\Delta CEC = \frac{C_{COBERTURA} - C_{Cultivo\ de\ banano\ de\ exportación}}{C_{COBERTURA}}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el cultivo tecnificado de banano de exportación por establecer, puede representar una mayor cantidad de carbono almacenado en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el reemplazo representa una ganancia en términos de la captura (t de carbono/ha año). En otras circunstancias de cobertura actual, el reemplazo puede representar una cantidad capturada semejante, o incluso, en otras condiciones, puede significar una menor cantidad de carbono, en cuyo caso se constituye una pérdida en la acumulación neta por modificación de la cobertura, lo que se traduce en emisiones de carbono a la atmósfera en forma de CO2.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:



Los valores obtenidos en este mapa se reclasificaron según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología de zonificación.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de la aptitud para el cultivo de banano de exportación, desde el punto de vista de esta variable se establece siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (%)	Aptitud
El cultivo es sumidero de carbono	≥ 10	Alta (A1)
El cultivo está en equilibrio entre emisión y captura de carbono	0 a 10	Media (A2)
El cultivo es fuente de emisión de carbono	≤ 0	Baja (A3)

El dato de referencia para definir los rangos es el valor de pastos limpios: 10 t/ha

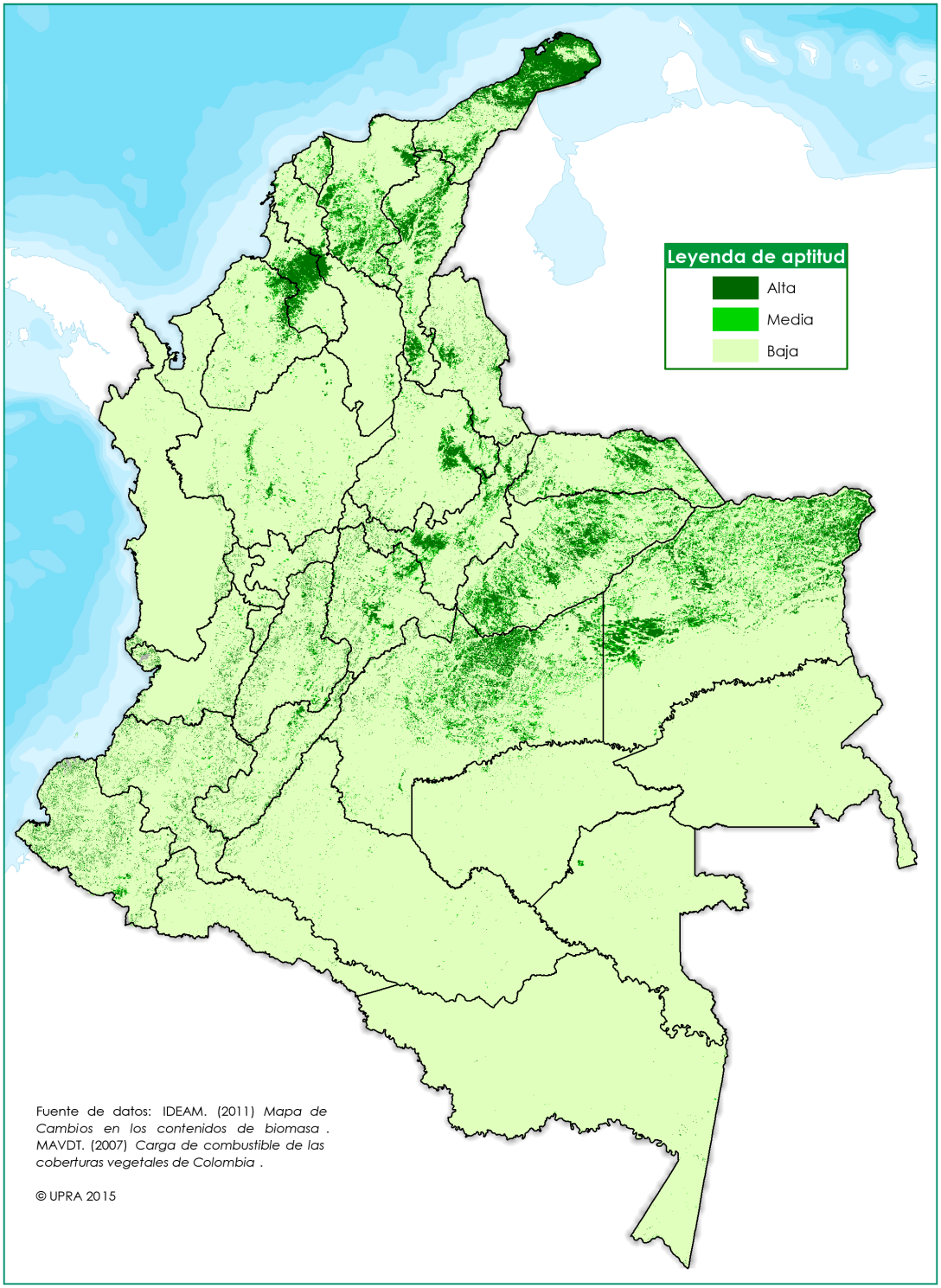


Unidad de análisis	Unidad de coberturas

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO



Fuente de datos: IDEAM. (2011) *Mapa de Cambios en los contenidos de biomasa* . MAVDT. (2007) *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia* .

© UPRA 2015

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Banco Interamericano de Desarrollo (BID) – Consorcio CUE Ministerio de Minas y Energía. (2012). Proyecto "Estrategias de energía sostenible y biocombustibles para Colombia ATN/JC-10826-CO y ATN/JF-10827-CO". *"Evaluación del ciclo de vida de la cadena de producción de biocombustibles en Colombia".*
- Brown, S. y Lugo, A. (1992). *"Above ground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon".* En Interciencia 17:8-18.
- Cairns, M.; Brown, S.; Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). "Root biomass allocation in the world's upland forests". En *Oecologia* 111:1-11. EUA: Springer-Verlag.
- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). *"Managing Forests for Climate Change Mitigation".* En Science 320:1456-1457.
- Capoor, K. y Ambrosi, P. (2008). *State and trends of the carbon market 2008.* Washington, D. C.: World Bank Institute.
- Ideam. (2011). *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2012). Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.* Vol. 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Japón: IGES. Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>.
- ISRIC - World Soil Information. (2013). *SoilGrids: An Automated System for Global Soil Mapping.* Recuperado de <http://soilgrids1km.isric.org>.
- ISRIC. (2015). *SoildGrids: datos de suelos.*
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) (2007). *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, escala 1:500.000.*
- Phillips, J.; Duque, A.; Cabrera, K.; Yepes, A.; Navarrete, D.; García, M.; Álvarez, E.; Cabrera, E.; Cárdenas, D.; Galindo, G.; Ordóñez, M.; Rodríguez, M. y Vargas, D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia.* Bogotá: Ideam. 32 pStern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change.* Inglaterra: Cambridge University Press.

2.4. Criterio cambio de cobertura

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: CAMBIO DE COBERTURA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Cobertura de la tierra, cuya unidad de medida es la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación.

DEFINICIÓN

Es el grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación, en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo tres principios:

- Grado de antropización y transformación de las coberturas.
- Importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura, de acuerdo con sus diferentes características.
- Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar la favorabilidad para establecer un cultivo de banano de exportación, bajo una visión integral del territorio. De esta forma, es posible calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, identificando las zonas donde el cambio propuesto genera menor impacto socioecosistémico.

Cualquier cambio en la cobertura afecta la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero y el ciclo hidrológico (Di Gregorio, 2005; Lambin, 2006).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica mediante 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, engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera et al., 2009).

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Las exclusiones técnicas del criterio cambio de cobertura fueron definidas bajo los siguientes parámetros:

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

1.1.1. Tejido urbano continuo	3.1.1.1.1. Bosque denso alto de tierra firme	3.2.2.1. Arbustal denso
1.1.2. Tejido urbano discontinuo	3.1.1.1.2. Bosque denso alto inundable	3.2.2.2. Arbustal abierto
1.2.1. Zonas industriales o comerciales	3.1.1.1.2.1. Bosque denso alto inundable heterogéneo	3.2.2.2.1. Arbustal abierto esclerófilo
1.2.1.1. Zonas industriales	3.1.1.1.2.2. Manglar denso alto	3.2.2.2.2. Arbustal abierto mesófilo

1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	3.1.1.1.2.3. Palmares	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición
1.2.3. Zonas portuarias	3.1.1.2. Bosque denso bajo	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta
1.2.4. Aeropuertos	3.1.1.2.1. Bosque denso bajo de tierra firme	3.2.3.2. Vegetación secundaria baja
1.2.4.1. Aeropuerto con infraestructura asociada	3.1.1.2.2. Bosque denso bajo inundable	3.3.1. Zonas arenosas naturales
1.2.5. Obras hidráulicas	3.1.2. Bosque abierto	3.3.1.1. Playas
1.3.1. Zonas de extracción minera	3.1.2.1.1. Bosque abierto alto de tierra firme	3.3.1.2. Arenales
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos	3.1.2.1.2. Bosque abierto alto inundable	3.3.1.3. Campos de dunas
1.3.1.3. Explotación de carbón	3.1.2.2.1. Bosque abierto bajo de tierra firme	3.3.2. Afloramientos rocosos
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción	3.1.2.2.2. Bosque abierto bajo inundable	3.3.5. Zonas glaciares y nivales
1.3.1.6. Explotación de sal	3.1.3. Bosque fragmentado	3.3.5.2 Zonas nivales
1.3.2. Zona de disposición de residuos	3.1.3.1. Bosque fragmentado con pastos y cultivos	4.1.1. Zonas pantanosas
1.4.1. Zonas verdes urbanas	3.1.3.2. Bosque fragmentado con vegetación secundaria	4.1.2. Turberas
1.4.1.1. Otras zonas verdes urbanas	3.1.4. Bosque de galería y ripario	4.1.3. Vegetación acuática sobre cuerpos de agua
1.4.1.2. Parques cementerio	3.2.1.1.1.2. Herbazal denso de tierra firme arbolado	4.2.1. Pantanos costeros
1.4.2. Instalaciones recreativas	3.2.1.1.1.3. Herbazal denso de tierra firme con arbustos	4.2.2. Salitral
1.4.2.2. Áreas deportivas	3.2.1.1.2.3. Arracachal	4.2.3. Sedimentos expuestos en bajamar
1.4.2.3. Áreas turísticas	3.2.1.2. Herbazal abierto	5.1.4.2. Lagunas de oxidación
3.1.1.1. Bosque denso alto	3.2.1.2.1. Herbazal abierto arenoso	5.2.2. Mares y océanos
	3.2.1.2.2. Herbazal abierto rocoso	5.2.2.2 Fondos coralinos someros

b. Coberturas incompatibles con el TUT: Además de las coberturas que no son parte de la frontera agrícola, se incluyen otras coberturas y combinaciones biomas-coberturas que, por sus características, son incompatibles con el desarrollo del cultivo de banano de exportación:

Coberturas
3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado
3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable
3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
5.1.1. Ríos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales
5.1.3. Canales
5.1.4. Cuerpos de agua artificiales
5.1.4.1. Embalses
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental
5.2.1 Lagunas costeras

Biomas-cobertura
3.2.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme Biomas
Orobioma Alto de Santa Marta, Orobioma de La Macarena, Orobioma de San Lucas, Orobioma medio de Santa Marta, Orobiomas altos de los Andes. Orobiomas azonales de Cúcuta, Orobiomas azonales del río Sogamoso, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas azonales del río Dagua y Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato.
3.2.1.1.1.1. Herbazal denso de tierra firme no arbolado Biomas
Helobiomas de la Amazonia y la Orinoquia, Litobiomas de la Amazonia y la Orinoquia, Orobioma Alto de Santa Marta, Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira, Orobioma de La Macarena, Orobioma medio de Santa Marta, Orobiomas altos de los Andes, Orobiomas azonales del río Sogamoso, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas medios de los Andes, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y la Orinoquia y Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe.
3.2.1.1.2. Herbazal denso inundable
Halobioma del Caribe, Halobiomas del Pacífico, Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Magdalena Caribe, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma de San Lucas, Orobioma del Baudó y Darién, Orobiomas azonales de Cúcuta, Orobiomas azonales del Valle del Patía, Orobiomas bajos de los Andes, Peinobioma de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma, Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena, Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato, y Zonobioma seco tropical del Caribe

3.2.1.1.2.1. Herbazal denso inundable no arbolado
Halobioma del Caribe, Halobiomas del Pacífico, Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma del Baudó y Darién, Orobiomas medios de los Andes, Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato y Zonobioma seco tropical del Caribe.
3.2.1.1.2.2. Herbazal denso inundable arbolado
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Helobiomas del Magdalena y Caribe, Helobiomas del Pacífico y Atrato, Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Orobioma del Baudó y Darién, Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia, Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe, Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato y, Zonobioma seco tropical del Caribe.

c. **Bosques naturales 2010:** La capa de bosques naturales al año 2010 se obtiene del mapa bosque/no bosque para Colombia, área continental (escala fina Landsat) del Ideam (2019). Esta capa permite precisar las áreas con coberturas en bosques naturales y descontar dichas áreas del mapa obtenido de áreas transformadas para actividades agropecuarias (UPRA, 2018), generando exclusión técnica (N1). Esta capa responde a los compromisos adquiridos en el Acuerdo de París por parte de Colombia y a la Estrategia integral de control a la deforestación y gestión de los bosques. El año 2010 corresponde al año del punto de referencia para el corte de la medición de los Gases Efecto Invernadero (GEI), a partir del cual, se proyectó la meta de reducción de emisiones GEI en Colombia para el año 2030. En este mismo año también se presentó un cambio en el comportamiento de la deforestación.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se construyó a partir de la reclasificación de la "Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia". Mediante este ejercicio se reclasifican cada una de las unidades de cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (alta, media, baja, no apta o sin información). Este procedimiento implica analizar las cualidades de cada tipo de cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, con el fin de determinar el grado de aptitud.

Para la construcción de este criterio, fue necesario un análisis mucho más amplio e integral de las coberturas, para ello se empleó la información referente a biomas, desarrollada en el "Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia" (Ideam et al., 2012), mediante este análisis se calificó la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan.

La siguiente tabla presenta los rangos de aptitud por cobertura:

Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo de banano de exportación

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación y dedicada a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimento.	Media (A2)
Zonas con baja favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación. Corresponde a coberturas de cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para el cultivo tecnificado de banano de exportación, como son las zonas cálidas.	Baja (A3)
Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo de banano de exportación. Son aquellas excluidas técnicamente, y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas excluidas de la frontera agrícola y las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de bosque/no bosque 2010 del Ideam.	No apta (N1)

Este procedimiento implicó analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, con el fin de determinar el grado de aptitud o establecer si sus características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica) hacen favorable o no el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación.

La categoría no apta (N1) identifica principalmente aquellas áreas que, por sus características naturales, o porque tienen algún valor de identidad sociocultural reconocido que debe ser protegido, deben mantener su cobertura actual, por lo cual no pueden establecerse cultivos de banano de exportación.

En lo referente a las coberturas naturales y seminaturales, una vez interpretada la reclasificación coberturas-biomas, se estableció que los herbazales densos de tierra firme, en algunos casos puntuales, no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas marginalmente aptas (A3) para las actividades agrícolas comerciales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud alta (A1) por cobertura

Biomas	Coberturas															
	Otros cultivos transitorios	Cereales	Arroz	Maíz	Algodón	Cultivos permanentes herbáceos	Otros cultivos permanentes herbáceos	Caña de azúcar	Caña panelera	Plátano y banano	Palma de aceite	Mango	Pastos limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Zonas quemadas
Halobioma del Caribe	A1		A1				A1			A1	A1			A1	A1	A1
Halobiomas del Pacífico	A1										A1		A1	A1	A1	
Helobioma de La Guajira													A1	A1	A1	
Helobiomas andinos													A1	A1	A1	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1		A1								A1		A1	A1	A1	A1
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A1		A1		A1					A1	A1			A1	A1	A1
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A1									A1	A1		A1	A1	A1	A1
Helobiomas del río Zulia			A1								A1		A1	A1	A1	
Helobiomas del Valle del Cauca	A1						A1		A1				A1	A1	A1	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia													A1	A1	A1	
Orobioma bajo de Santa Marta			A1			A1								A1	A1	
Orobioma alto de Santa Marta													A1	A1	A1	
Orobioma medio de Santa Marta														A1	A1	A1
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira							A1			A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Orobioma de La Macarena													A1	A1	A1	
Orobioma del Baudó y Darién														A1	A1	A1

Orobioma de San Lucas											A1		A1	A1	A1	A1
Orobiomas altos de los Andes	A1													A1	A1	
Orobiomas azonales de Cúcuta			A1				A1						A1	A1	A1	
Orobiomas azonales del río Sogamoso													A1	A1	A1	
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A1												A1	A1	A1	A1
Orobiomas altos de los Andes													A1	A1	A1	
Orobiomas bajos de los Andes	A1	A1	A1	A1			A1	A1	A1	A1	A1		A1	A1	A1	A1
Orobiomas medios de los Andes	A1			A1	A1			A1					A1	A1	A1	A1
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1		A1				A1				A1		A1	A1	A1	A1
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A1	A1	A1	A1	A1								A1	A1	A1	A1
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A1		A1	A1		A1	A1	A1	A1	A1			A1	A1	A1	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta													A1	A1	A1	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia			A1								A1			A1	A1	A1
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A1		A1								A1			A1	A1	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A1		A1	A1			A1			A1	A1			A1	A1	A1
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato											A1		A1	A1	A1	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A1		A1		A1	A1	A1			A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1

Aptitud media (A2) por cobertura

Biomas	Coberturas															
	Arroz	Papa	Cultivos permanentes herbaceos	Caña panelera	Plátano y banano	Cultivos permanentes arbustivos	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Mosaicos de cultivos	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaicos de pastos con espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Caña	Palma de aceite	Cultivos agroforestales
Halobioma del Caribe	A2				A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Halobiomas del Pacífico							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobioma de La Guajira							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Helobiomas andinos		A2					A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2				A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del Pacífico y Atrato					A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del río Zulia	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del Valle del Cauca				A2			A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira			A2		A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Orobioma de La Macarena							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma de San Lucas							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Orobioma del Baudó y Darién							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			

Orobioma medio de Santa Marta							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas altos de los Andes		A2					A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales de Cúcuta	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales del río Sogamoso							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales del Valle del Patía							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales río Dagua							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas bajos de los Andes	A2			A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2
Orobiomas medios de los Andes		A2		A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A2		A2	A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2				A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	A2						A2	A2							A2	
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2						A2	A2							A2	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2				A2	A2	A2	A2							A2	
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato					A2		A2	A2							A2	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2		A2		A2		A2	A2							A2	A2

Aptitud baja (A3) por cobertura

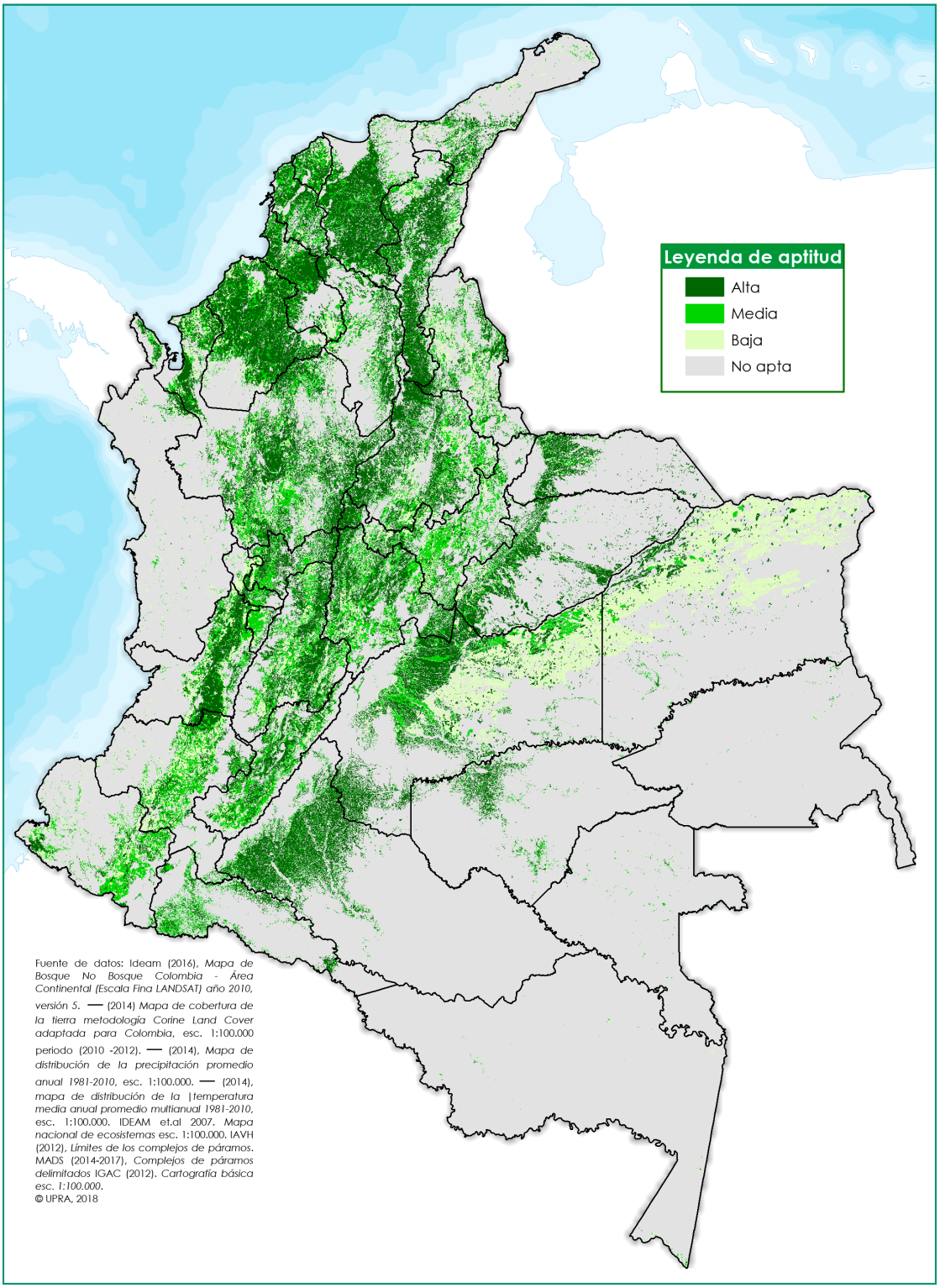
Biomas	Coberturas							
	Cacao	Cultivos permanentes arbóreos	Otros cultivos permanentes arbóreos	Herbazal denso	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Plantación forestal	Plantaciones latifoliadas
Halobioma del Caribe			A3		A3		A3	
Halobiomas del Pacífico			A3		A3			
Helobiomas andinos					A3		A3	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia					A3		A3	
Helobiomas del Magdalena y Caribe			A3		A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Pacífico y Atrato					A3			
Helobiomas del río Zulia								
Helobiomas del Valle del Cauca		A3			A3	A3	A3	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia					A3			
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira								
Orobioma de La Macarena								
Orobioma de San Lucas								
Orobioma del Baudó y Darién								
Orobioma medio de Santa Marta								
Orobiomas altos de los Andes			A3				A3	
Orobiomas azonales de Cúcuta								

Orobiomas azonales del río Sogamoso								
Orobiomas azonales del Valle del Patía								
Orobiomas azonales río Dagua								
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes		A3	A3		A3		A3	
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia			A3		A3	A3	A3	
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A3		A3		A3	A3		
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca			A3	A3		A3	A3	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta					A3			
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia								
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo								
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe		A3	A3		A3		A3	A3
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		A3	A3				A3	
Zonobioma seco tropical del Caribe		A3	A3		A3	A3	A3	A3

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA



Fuente de datos: Ideam (2016), *Mapa de Bosque No Bosque Colombia - Área Continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010, versión 5.* — (2014) *Mapa de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*, esc. 1:100.000 periodo (2010 -2012). — (2014), *Mapa de distribución de la precipitación promedio anual 1981-2010*, esc. 1:100.000. — (2014), *mapa de distribución de la |temperatura media anual promedio multianual 1981-2010*, esc. 1:100.000. IDEAM et.al 2007. *Mapa nacional de ecosistemas* esc. 1:100.000. IAVH (2012), *Límites de los complejos de páramos*. MADS (2014-2017), *Complejos de páramos delimitados* IGAC (2012). *Cartografía básica esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2018

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Aguilera, I.; Monteagudo, S.; Castaños, J.; González-Jiménez, A., y Escudero, R. (2009). *Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección.* (S. M. Fornos, Ed.) Recuperado de <http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf>
- Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra-Conceptos de clasificación y manual para el usuario.* Roma, Italia: FAO.
- Ideam. (2012). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- _. (2019). *Mapa de cambio de bosque No bosque Colombia-Área continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010.* Versión 5. Bogotá: Ideam.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Bosques Territorios de Vida - Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques.* Bogotá D. C., Colombia: MADS, Ideam. IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2015). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.* Bogotá: MADS.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (2018). Resolución 261 de 2018 *"por medio de la cual se define la frontera agrícola nacional y se adopta la metodología para la identificación general".* Recuperado de < https://www.minagricultura.gov.co/busqueda/paginas/results.aspx?k=Resoluci%C3%B3n%20261%20de%202018>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia.* Bogotá: UPRA.

2.4.1. Variable cobertura de la tierra

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: COBERTURA DE LA TIERRA		
VARIABLE: cobertura de la tierra	**UNIDAD DE MEDIDA:** categoría de favorabilidad del cambio de cobertura	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Cobertura de la tierra, cuya unidad de medida es la categoría de favorabilidad del cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Grado de favorabilidad del cambio de la cobertura para el establecimiento del cultivo tecnificado de banano de exportación en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo tres principios:

- Grado de antropización y transformación de las coberturas
- Importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura, de acuerdo con sus diferentes características
- Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.

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

N1: corresponde a coberturas no favorables para el establecimiento del cultivo de banano de exportación, son aquellas excluidas técnicamente y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Categorías leyenda Corine Land Cover: 1. Territorios artificializados, 3. Bosques y áreas seminaturales (exceptuando 3.1.5 Plantaciones forestales y 3.3.4 Zonas quemadas), 4. Áreas húmedas y 5. Superficies de agua.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica mediante la cual se construyó esta variable; la *"Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra: Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia"*, permite determinar la ocupación del suelo con información clave para el análisis espacial y territorial. No obstante, 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 (Aguilera *et al.*, 2009).

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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"*. Mediante este ejercicio se reclasifican cada una de las unidades de cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (alta, media, baja, no apta o sin información). Este procedimiento implica analizar las cualidades de cada tipo de cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, con el fin de determinar el grado de aptitud.

Para la construcción de esta variable, fue necesario un análisis mucho más amplio e integral de las coberturas; para ello se empleó la información referente a biomas desarrollada en el *"Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia"* (Ideam et al., 2012); por medio de este análisis se calificó la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localizan.

Mediante este ejercicio fue posible reclasificar cada una de las unidades de la cobertura de la tierra y asignar un grado de aptitud (A1, A2, A3 o N1) fundamentado en el tipo de bioma donde se localiza cada unidad de cobertura. La siguiente tabla presenta los rangos de aptitud por cobertura:

Descripción de los tipos de aptitud para el cultivo tecnificado de banano de exportación

Descripción	Aptitud
Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación y dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos.	Alta (A1)
Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes para la producción de alimento.	Media (A2)
Zonas con baja favorabilidad para el establecimiento del cultivo de banano de exportación. Corresponde a coberturas de cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales y coberturas de cultivos que se desarrollan en condiciones marginales para el banano de exportación, como son las zonas cálidas.	Baja (A3)
Zonas no favorables para el establecimiento del cultivo de banano de exportación. Son aquellas excluidas técnicamente, y están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. Se incluyen también las coberturas de bosques naturales identificados en el mapa de bosque/no bosque 2010 del Ideam.	No apta (N1)

Este procedimiento implicó analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, con el fin de determinar el grado de aptitud o establecer si sus características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica) hacen favorable o no el establecimiento del cultivo de banano de exportación.

La categoría no apta (N1) identifica principalmente aquellas áreas que, por sus características naturales o porque tienen algún valor de identidad sociocultural reconocido que debe ser protegido, deben mantener su cobertura actual, por lo cual no pueden establecerse cultivos de banano de exportación.

En lo referente a las coberturas naturales y seminaturales, una vez interpretada la reclasificación coberturas-biomas, se estableció que los herbazales densos de tierra firme en algunos casos puntuales no son totalmente excluyentes y pueden ser áreas marginalmente aptas (A3) para las actividades agrícolas comerciales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Aptitud alta (A1) por cobertura

Biomas	Coberturas															
	Otros cultivos transitorios	Cereales	Arroz	Maíz	Algodón	Cultivos permanentes herbáceos	Otros cultivos permanentes herbáceos	Caña de azúcar	Caña panelera	Plátano y banano	Palma de aceite	Mango	Pastos limpios	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Zonas quemadas
Halobioma del Caribe	A1		A1				A1			A1	A1			A1	A1	A1
Halobiomas del Pacífico	A1										A1		A1	A1	A1	

Helobioma de la Guajira													A1	A1	A1	
Helobiomas andinos													A1	A1	A1	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1		A1								A1		A1	A1	A1	A1
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A1		A1		A1					A1	A1			A1	A1	A1
Helobiomas del Pacífico y Atrato	A1									A1	A1		A1	A1	A1	A1
Helobiomas del río Zulia			A1								A1		A1	A1	A1	
Helobiomas del Valle del Cauca	A1						A1		A1				A1	A1	A1	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia													A1	A1	A1	
Orobioma bajo de Santa Marta			A1			A1								A1	A1	
Orobioma alto de Santa Marta													A1	A1	A1	
Orobioma medio de Santa Marta														A1	A1	A1
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira							A1			A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
Orobioma de La Macarena													A1	A1	A1	
Orobioma del Baudó y Darién														A1	A1	A1
Orobioma de San Lucas											A1		A1	A1	A1	A1
Orobiomas altos de los Andes	A1													A1	A1	
Orobiomas azonales de Cúcuta			A1				A1						A1	A1	A1	

Orobiomas azonales del río Sogamoso													A1	A1	A1	
Orobiomas azonales del Valle del Patía	A1												A1	A1	A1	A1
Orobiomas altos de los Andes													A1	A1	A1	
Orobiomas bajos de los Andes	A1	A1	A1	A1			A1	A1	A1	A1	A1		A1	A1	A1	A1
Orobiomas medios de los Andes	A1			A1	A1			A1					A1	A1	A1	A1
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A1		A1				A1				A1		A1	A1	A1	A1
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A1	A1	A1	A1	A1								A1	A1	A1	A1
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A1		A1	A1		A1	A1	A1	A1	A1			A1	A1	A1	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta													A1	A1	A1	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia			A1								A1			A1	A1	A1
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A1		A1								A1			A1	A1	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A1		A1	A1			A1			A1	A1			A1	A1	A1
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato											A1		A1	A1	A1	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A1		A1		A1	A1	A1			A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1

Aptitud media (A2) por cobertura

Biomas	Coberturas															
	Arroz	Papa	Cultivos permanentes herbaceos	Caña panelera	Plátano y banano	Cultivos permanentes arbustivos	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Mosaicos de cultivos	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaicos de pastos con espacios naturales	Mosaico de cultivos con espacios naturales	Caña	Palma de aceite	Cultivos agroforestales
Halobioma del Caribe	A2				A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Halobiomas del Pacífico							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobioma de La Guajira							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Helobiomas andinos		A2					A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del Magdalena y Caribe	A2				A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del Pacífico y Atrato					A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del río Zulia	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Helobiomas del Valle del Cauca				A2			A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira			A2		A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Orobioma de La Macarena							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma de San Lucas							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Orobioma del Baudó y Darién							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobioma medio de Santa Marta							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			

Orobiomas altos de los Andes		A2					A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales de Cúcuta	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales del río Sogamoso							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales del Valle del Patía							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas azonales río Dagua							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Orobiomas bajos de los Andes	A2			A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2
Orobiomas medios de los Andes		A2		A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	A2						A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2	
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A2		A2	A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca	A2				A2		A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2		A2
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta							A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2			
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	A2						A2	A2							A2	
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	A2						A2	A2							A2	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	A2				A2	A2	A2	A2							A2	
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato					A2		A2	A2							A2	
Zonobioma seco tropical del Caribe	A2		A2		A2		A2	A2							A2	A2

ptitud baja (A3) por cobertura

Biomas	Coberturas							
	Cacao	Cultivos permanentes arbóreos	Otros cultivos permanentes arbóreos	Herbazal denso	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Plantación forestal	Plantaciones latifoliadas
Halobioma del Caribe			A3		A3		A3	
Halobiomas del Pacífico			A3		A3			
Helobiomas andinos					A3		A3	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia					A3		A3	
Helobiomas del Magdalena y Caribe			A3		A3	A3	A3	A3
Helobiomas del Pacífico y Atrato					A3			
Helobiomas del río Zulia								
Helobiomas del Valle del Cauca		A3			A3	A3	A3	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia					A3			
Orobioma alto de Santa Marta y Macuira								
Orobioma de La Macarena								
Orobioma de San Lucas								

Orobioma del Baudó y Darién								
Orobioma medio de Santa Marta								
Orobiomas altos de los Andes			A3				A3	
Orobiomas azonales de Cúcuta								
Orobiomas azonales del Río Sogamoso								
Orobiomas azonales del Valle del Patía								
Orobiomas azonales Río Dagua								
Orobiomas bajos de los Andes	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Orobiomas medios de los Andes		A3	A3		A3		A3	
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia			A3		A3	A3	A3	
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	A3		A3		A3	A3		
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca			A3	A3		A3	A3	

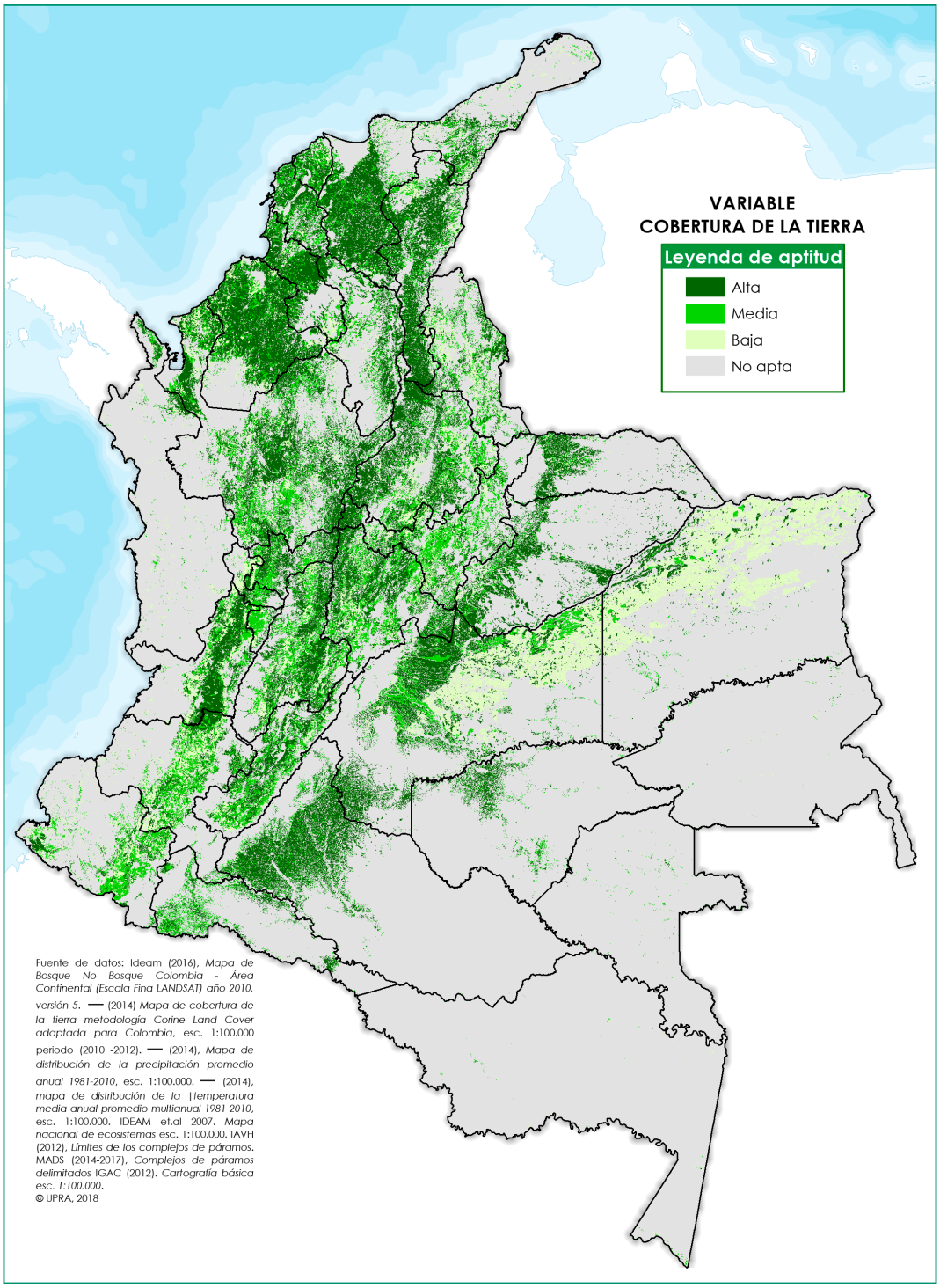
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta					A3			
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia								
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo								
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe		A3	A3		A3		A3	A3
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		A3	A3				A3	
Zonobioma seco tropical del Caribe		A3	A3		A3	A3	A3	A3

Unidad de análisis	Unidad de cobertura

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA



Fuente de datos: Ideam (2016), *Mapa de Bosque No Bosque Colombia - Área Continental (Escala Fina LANDSAT) año 2010, versión 5.* — (2014) *Mapa de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia*, esc. 1:100.000 periodo (2010 -2012). — (2014), *Mapa de distribución de la precipitación promedio anual 1981-2010*, esc. 1:100.000. — (2014), *mapa de distribución de la |temperatura media anual promedio multianual 1981-2010*, esc. 1:100.000. IDEAM et.al 2007. *Mapa nacional de ecosistemas* esc. 1:100.000. IAVH (2012), *Límites de los complejos de páramos*. MADS (2014-2017), *Complejos de páramos delimitados* IGAC (2012). *Cartografía básica esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2018

FUENTES DE INFORMACIÓN

Aguilera, I.; Monteagudo, S.; Castaños, J.; González-Jiménez, A., y Escudero, R. (2009). *Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección.* (S. M. Fornos, Ed.) Recuperado de <http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf>

Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra-Conceptos de Clasificación y manual para el usuario*. Roma, Italia: FAO.

IAVH. (2012). Límites de los complejos de páramos. Bogotá: IAVH.

Ideam. (2012). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

_. (2014). Mapa de cobertura de la tierra metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000, período 2010-2012. Bogotá: Ideam.

_. (2016). Mapa de bosque/no bosque Colombia –área continetal– (capa fina Landsat) año 2010, versión 5. Bogotá: Ideam.

Ideam et al. (2007). Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000. Bogotá: Ideam.

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

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Bosques Territorios de Vida-Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques*. Bogotá D. C., Colombia: MADS, Ideam. IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2015). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá: Minambiente.

_. (2017). Complejos de páramos delimitados 2014-2017. Bogotá: Minambiente.

3. Fichas metodológicas del componente socioeconómico

3.1 Criterio infraestructura y logística

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Cercanía a puertos marítimos, expresada en tiempo de desplazamiento (horas).
- Cercanía a centros de servicios, expresado como tiempo de desplazamiento (horas)
- Existencia de cultivos, expresada en predios georreferenciados

- Distritos de riego y drenaje, expresados en polígonos
- Energía eléctrica, expresada en índice de favorabilidad

DEFINICIÓN

Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad y el desarrollo de las actividades de producción y comercialización del banano de exportación.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad frente a la cadena de suministros en especial los puertos marítimos, centros de servicios, la existencia del cultivo, distritos de riego, que pueden limitar o promover la competitividad de la actividad del cultivo de banano, en la interacción con los mercados.

Existe una relación directa entre la infraestructura y logística, y la aptitud de una zona. Regiones con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo, ofrecen mejores condiciones para que el cultivo de banano de exportación se desarrolle en forma eficiente.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2016 estimada a partir del censo general de población y vivienda realizado del año 2005 y se tuvieron en cuenta los municipios con población mayor a 30 mil habitantes.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

En el análisis de cada una de las variables, ninguna presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La ponderación del criterio se construyó a partir de la metodología AHP *(Analytic Hierarchy Process)*, condensada en la matriz de comparaciones pareadas de 5 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

VARIABLES	Cercanía a puertos marítimos	Cercanía a centros de servicios	Existencia de cultivos	Distritos de riego y drenaje	Energía eléctrica
Cercanía a puertos marítimos	1				
Cercanía a centros de servicios	1/3	1			
Existencia de cultivos	1/3	1/3	1		
Distritos de riego y drenaje	1/5	1/3	1/3	1	
Energía eléctrica	1/7	1/5	1/5	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual importancia			Más importante		

Teniendo en cuenta el software PriEsT *(Priority Estimation Tool)*, se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud asignándole a cada una un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Infraestructura y logística	Cercanía a puertos marítimos	46,0
	Cercanía a centros de servicios	25,1
	Existencia de cultivos	16,2
	Distritos de riego y drenaje	8,5
	Energía eléctrica	4,2
TOTAL, PONDERACIÓN		**100,0**

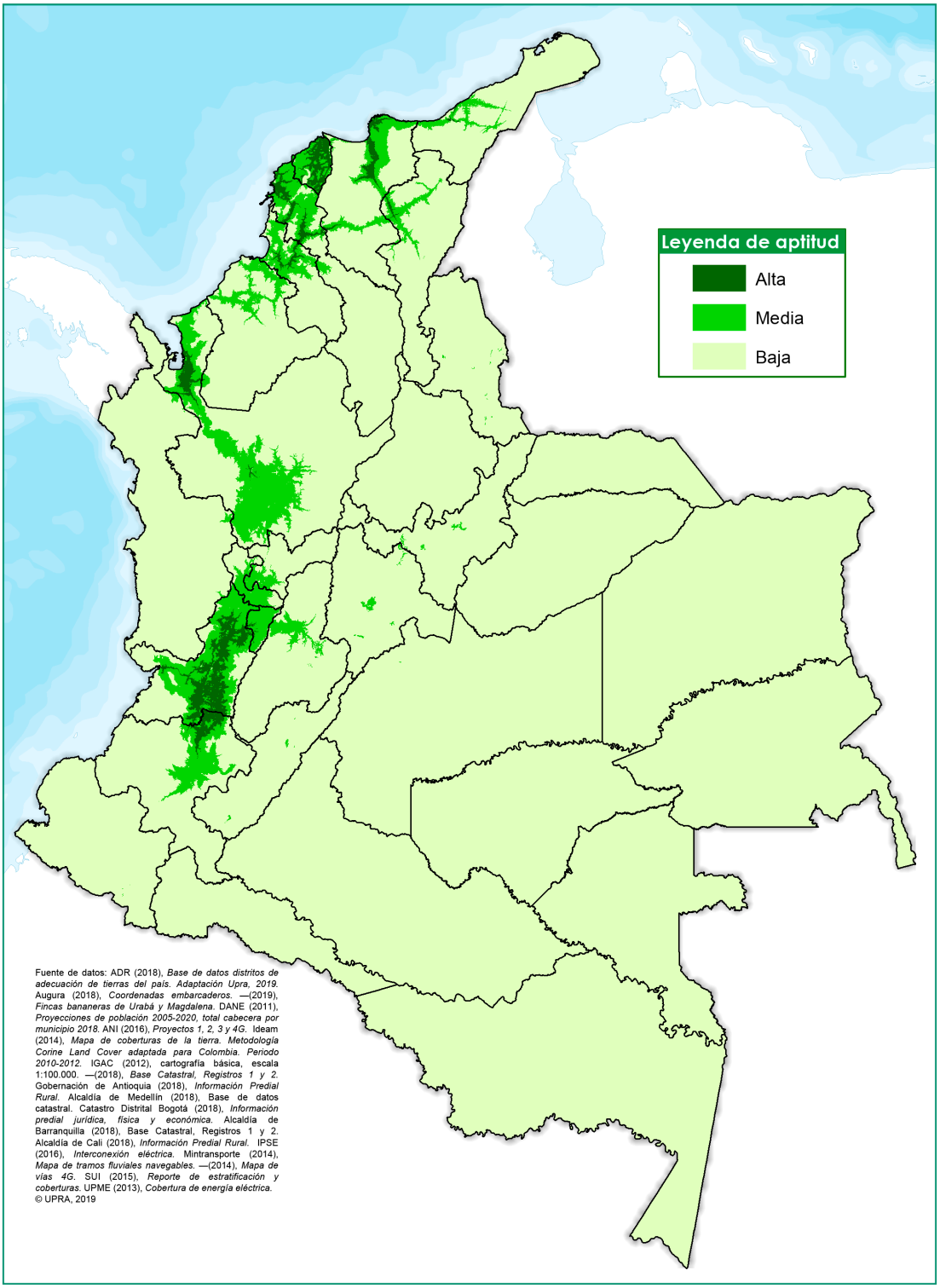
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento	< 2 horas	2 - 3 horas	> 3 horas
Cercanía a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento	< 1/2 hora	1/2 - 1 hora	> 1 hora
Existencia de cultivos	Predios	Con cultivos	Los dos predios colindantes al predio con cultivo	□Resto
Distritos de riego y drenaje	Polígonos	Distritos de riego activos	Distritos de riego inactivos	Sin distritos
Energía eléctrica	Índice de favorabilidad	> 2,5	1,9-2,5	< 1,9

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: ADR (2018), *Base de datos distritos de adecuación de tierras del país. Adaptación Upra, 2019.* Augura (2018), *Coordenadas embarcaderos.* —(2019), *Fincas bananeras de Urabá y Magdalena.* DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020, total cabecera por municipio 2018.* ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G.* Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. —(2018), *Base Catastral, Registros 1 y 2.* Gobernación de Antioquia (2018), *Información Predial Rural.* Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2018), *Información predial jurídica, física y económica.* Alcaldía de Barranquilla (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Alcaldía de Cali (2018), *Información Predial Rural.* IPSE (2016), *Interconexión eléctrica.* Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables.* —(2014), *Mapa de vías 4G.* SUI (2015), *Reporte de estratificación y coberturas.* UPME (2013), *Cobertura de energía eléctrica.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ADR. (2018). *Base de datos de distritos de adecuación de tierras del país, adaptación UPRA 2019.*
- Augura. (2018). *Coordenadas embarcaderos.*
- _. (2019), *fincas bananeras de Urabá y Magdalena.*
- DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020.* Total cabecera por municipio 2018. Bogotá: DANE.
- Ideam. (2014). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- INCODER, Minagricultura, CAR, UPRA. (2018). Distritos de riego.
- IPSE. (2016). *Interconexión eléctrica.*
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* Bogotá: Mintransporte.
- _. *(2014). Mapa de vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.
- SUI. (2015). *Reporte de estratificación y coberturas.*
- UPME. (2013). *Cobertura de energía eléctrica.*

3.1.1. Variable cercanía a puertos marítimos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA			
VARIABLE: cercanía a puertos marítimos	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (en este caso, un puerto marítimo y embarcadero) desde otros puntos en el territorio. En este sentido, sintetiza las posibilidades de desplazamiento del aparato productivo hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional (exportaciones e importaciones).

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) desde los puertos marítimos. Se incluyen los embarcaderos de Nueva Colonia y Zungo.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos frente a la potencialidad de realizar operaciones de comercio internacional que beneficien la competitividad de la cadena.

Para el caso del banano, la cercanía a los puertos marítimos es fundamental en la exportación del producto en fresco, a Estados Unidos y a países de Europa como Bélgica, Reino Unido, Italia, Eslovenia, Alemania, Francia, Grecia, Portugal y Países Bajos (Holanda). (Augura, 2019).

En este sentido, los municipios más cercanos a los puertos marítimos tendrán mayor aptitud competitiva para interactuar en los procesos de integración con socios comerciales (actuales y potenciales), en lo referente a la exportación del producto.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

El algoritmo utilizado para la estimación de los tiempos de desplazamiento desde los puertos marítimos no incluye los costos de transporte a través de la red vial.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Información

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Tramos red vial nacional y departamental.

Mintransporte. 2014. Información portuaria.

Augura. 2018. Coordenadas embarcaderos.

2. Precisiones de la información

La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de estas, dado su influencia en la velocidad, y los tramos fluviales navegables.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

Análisis de la consistencia y preparación de la información

Las localizaciones de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado.

Sólo se tuvieron en cuenta los puertos marítimos y los embarcaderos donde se concentran los flujos de comercio internacional.

Clasificación de los municipios por aptitud

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento desde los puertos marítimos, así: aptitud alta (A1): puertos marítimos a menos de dos horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Aptitud media (A2): puertos marítimos ubicados entre dos horas y tres horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Aptitud baja (A3): puertos marítimos a más de tres horas para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional.

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	Aptitud
< 2 horas	Alta (A1)
2 horas - 3 horas	Media (A2)
> 3 horas	Baja (A3)

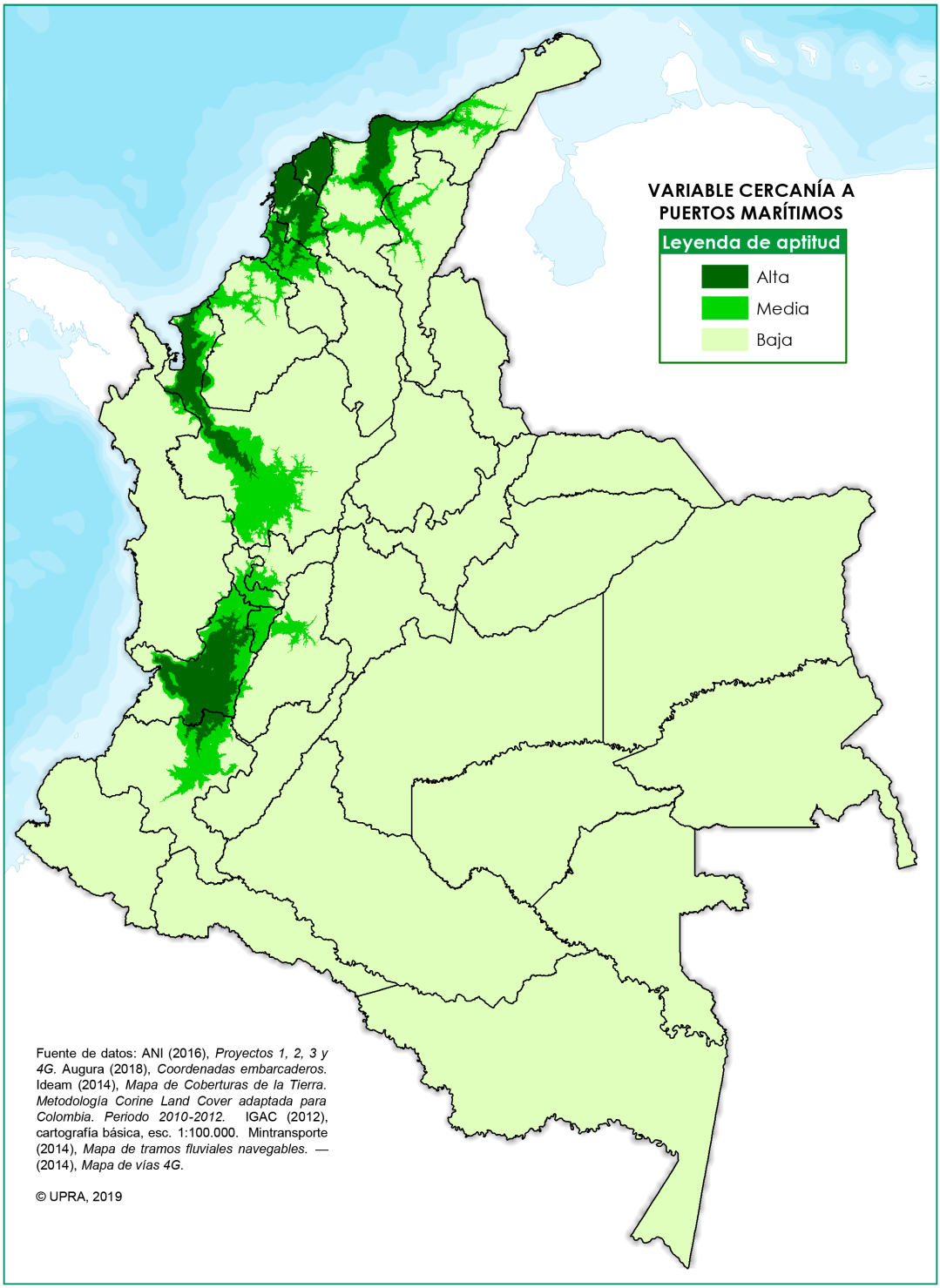
La región caribe muestra la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los puertos marítimos ubicados en el Urabá, Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira. El puerto de Buenaventura refleja una gran incidencia para la región andina. Regiones como la Orinoquia y la Amazonia tienen el menor grado de aptitud competitiva por su lejanía a dichos puertos.

Sólo se tuvieron en cuenta, los puertos de Buenaventura (Valle del Cauca), Barranquilla (Atlántico), Cartagena (Bolívar), Santa Marta (Magdalena), y los embarcaderos Nueva Colonia en Turbo y Zungo ubicado en Carepa (ambos en Antioquia), porque allí se concentran la mayoría de las operaciones de comercio internacional.

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. Augura (2018), *Coordenadas embarcaderos*. Ideam (2014), *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

Augura. (2018). Coordenadas embarcaderos.

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

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

Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables*. Bogotá: Mintransporte.

_. *(2014). Mapa de vías 4G*. Bogotá: Mintransporte.

3.1.2. Variable cercanía a centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA			
VARIABLE: cercanía a centros de servicios	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se pueden alcanzar áreas donde existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades del cultivo de banano con fines de exportación. El centro de servicios se define como poblaciones con más de 30.000 habitantes. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la competitividad para el desarrollo de la producción de banano, al facilitar el acceso a insumos y servicios necesarios para el productor. La accesibilidad hace referencia al tiempo de desplazamiento, el cual viene determinado por la oferta y el estado de las redes de transporte vial, fluvial y de la distancia entre dos puntos, uno de ellos el centro de servicios (tomando como referencia la cabecera municipal).

Zonas más cercanas a los centros de servicios, son más competitivas que aquellas más distantes o con vías en mal estado o sin vías de acceso.

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

En el análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2018, estimada a partir del censo de población y vivienda del año 2005. Hay centros de servicios importantes que podrán omitirse por no contar con más de 30.000 habitantes.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2011. Proyecciones de población 2005-2020.

Ideam. 2012. Mapa de coberturas de la tierra.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Mintransporte. 2014. Mapa de tramos fluviales navegables y mapa de vías 4G.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dada su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas:

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para la zonificación del cultivo de banano de exportación, los centros de servicios se definen como los municipios que cuentan con una población mayor a 30.000 habitantes para el año 2018.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los centros de servicios así: aptitud alta (A1): centros de servicios a media hora para acceder a los servicios. Aptitud media (A2): centros de servicios entre media hora y una hora para acceder a los servicios. Aptitud baja (A3): centros de servicios a más de una hora para acceder a los servicios.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

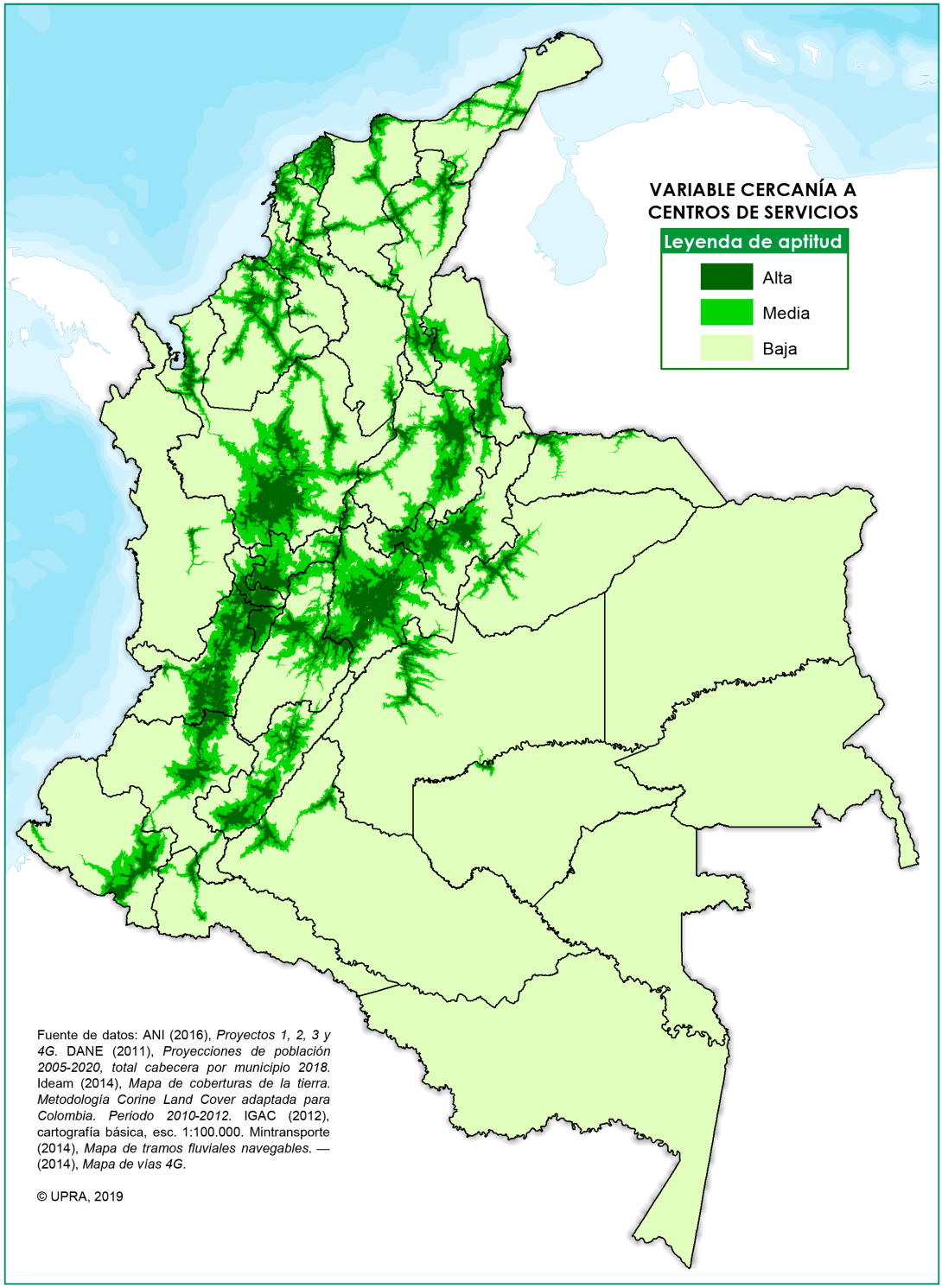
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 hora - 1 hora	Media (A2)
> 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020, total cabecera por municipio 2018*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020. Total cabecera por municipio 2018.* Bogotá: DANE.
- Ideam. (2014). *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* Bogotá: Mintransporte.
- _. (2014). *Mapa de vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.1.3. Variable existencia de cultivos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: existencia de cultivos	**UNIDAD DE MEDIDA:** predio	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Predios georreferenciados con cultivos de banano en los departamentos de Antioquía, Magdalena y La Guajira.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al desarrollo de la producción de banano como un indicador de la oferta del producto.

Predios que registran cultivos, se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo del sector.

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

En el análisis de la variable, no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dificultad al conseguir información de todos los predios georreferenciados.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Augura. 2019. Predios del Magdalena y Urabá.

Ideam. 2014. Mapa de coberturas de la tierra.

2. Precisiones de la información.

Predios georreferenciados y los que se encuentran identificados en Corine land cover.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Ubicación de los predios con cultivos de banano de exportación.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Al realizar el procedimiento para la variable existencia de cultivos el resultado fue tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): predios con cultivos; aptitud media (A2): los dos predios colindantes y aptitud baja (A3): el resto.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

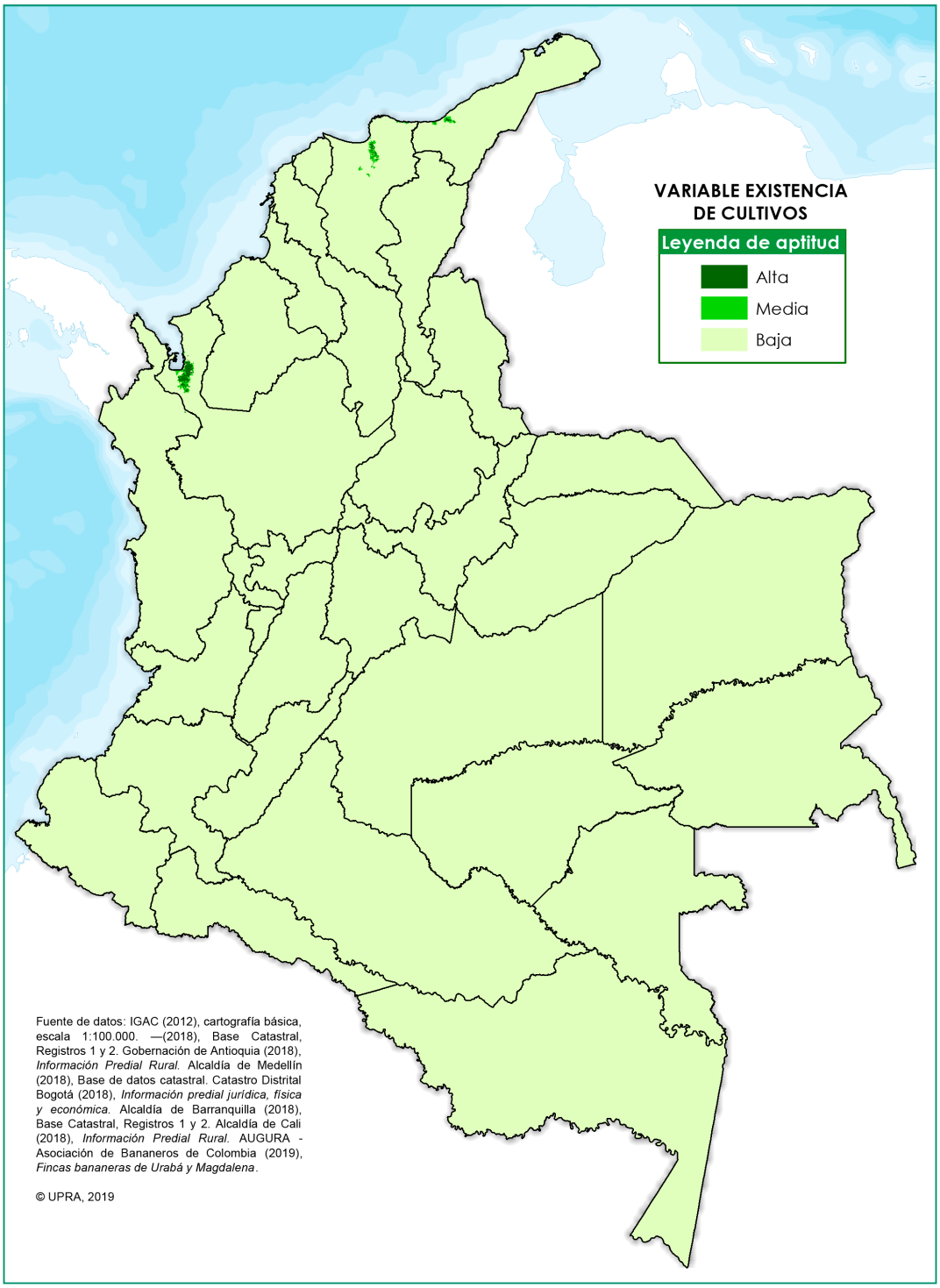
Predios	Aptitud
Con cultivo	Alta (A1)
Los dos predios colindantes al predio con cultivo	Media (A2)
Resto	Baja (A3)

Unidad de análisis	Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. —(2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2018), *Información Predial Rural.* Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2018), *Información predial jurídica, física y económica.* Alcaldía de Barranquilla (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Alcaldía de Cali (2018), *Información Predial Rural.* AUGURA - Asociación de Bananeros de Colombia (2019), *Fincas bananeras de Urabá y Magdalena*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

Augura. (2019). Predios bananeros de Urabá y Magdalena.

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

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

3.1.4. Variable distritos de riesgo y drenaje

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: distrito de riego y drenaje	**UNIDAD DE MEDIDA:** polígonos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a dotar un área determinada con riego, drenaje, o protección contra inundaciones o para el desarrollo de actividades agropecuarias (Ley 41 de 1993).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la toma de decisiones de los agentes económicos con respecto a la posibilidad de disponer de infraestructura de riego suplementario que mejore las condiciones del uso eficiente del recurso suelo y agua para la producción de banano de exportación.

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 sola información sobre distritos de riego, no permite identificar las zonas donde se hace riego suplementario como parte del manejo agronómico que aumenta la productividad del cultivo de banano con destino a la exportación.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ADR. 2018. Base de datos DAT.

CAR. 2016. Información georreferenciada de distritos de riego.

Incoder. 2015. Base de datos DAT del país.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000

IGAC. 2018. Georreferenciación de distritos de adecuación de tierras de mediana y gran escala.

MADR. (2015). Documentos e información georreferenciada de distritos de riego.

2. Precisiones de la información.

Registro de polígonos activos y no activos de distritos de riego de usuarios del Incoder.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Clasificación de los distritos

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron así: aptitud alta (A1): distritos de riego activos, aptitud media (A2), distrito de riego inactivos y aptitud baja (A3): sin distritos

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

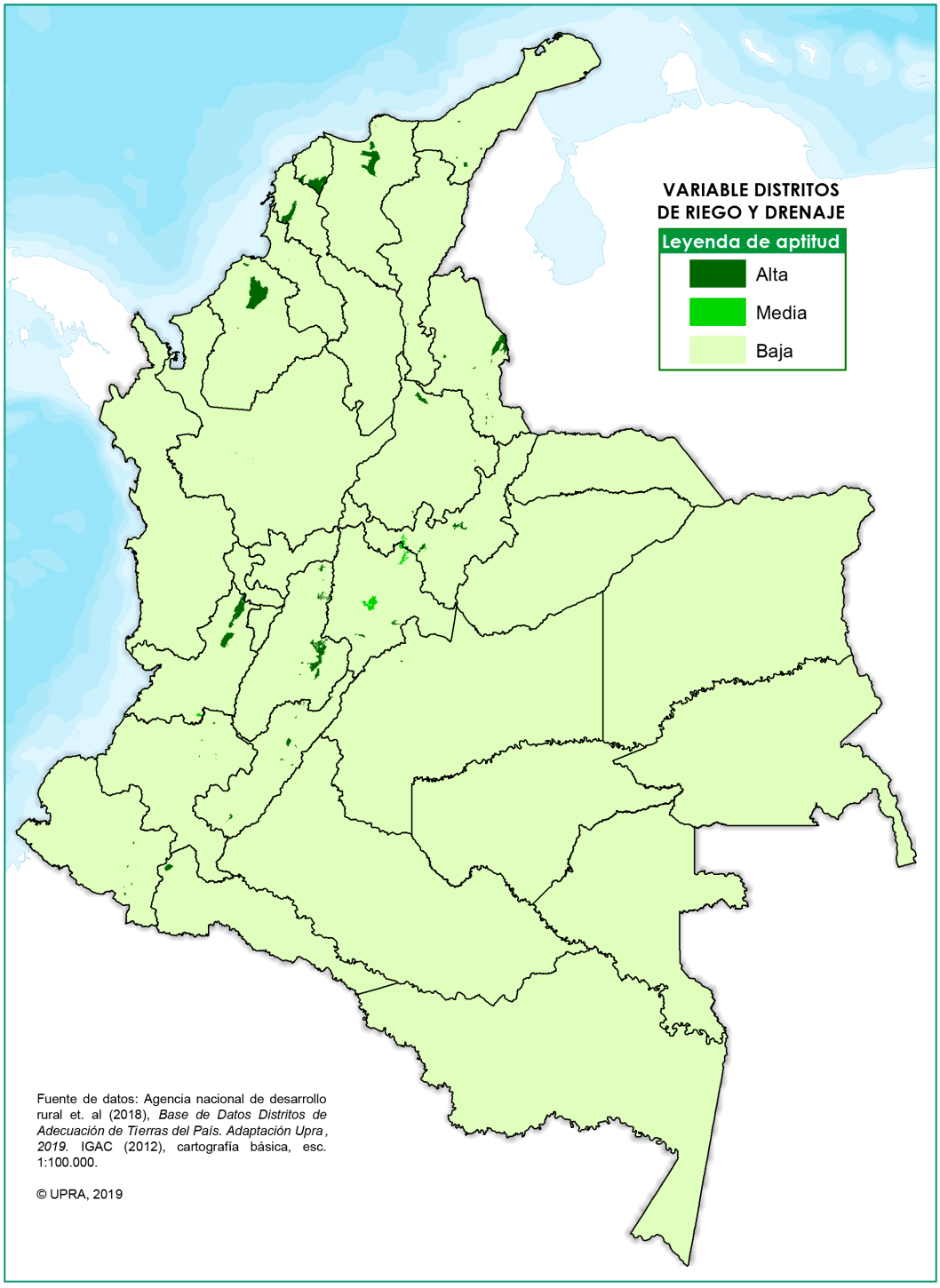
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Polígonos	Aptitud
Distrito de riego activos	Alta (A1)
Distrito de riego inactivos	Media (A2)
Sin distritos	Baja (A3)

Unidad de análisis	Polígono

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



FUENTES DE INFORMACIÓN

ADR. (2018). *Base de datos DAT.*

CAR. (2016). *Información georreferenciada de distritos de riego.*

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

_. (2018). *Georreferenciación de distritos de adecuación de tierras de mediana y gran escala.* Bogotá: IGAC.

Incoder. (2015). *Base de datos DAT del país.* Bogotá: Incoder.

Minagricultura. (2015). *Documentos e información georreferenciada de distritos de riego.* Bogotá: Minagricultura.

3.1.5 Variable energía eléctrica

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA			
VARIABLE: energía eléctrica	**UNIDAD DE MEDIDA:** índice de favorabilidad		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	✓	
	Condicionante		
	Exclusión técnica		
	Exclusión legal		

DEFINICIÓN

Representa a nivel municipal las condiciones en las que es prestado el servicio público de energía eléctrica, el cual consiste en la generación, comercialización, interconexión, transmisión y transporte desde redes regionales de transmisión hasta el domicilio del usuario final, incluida su conexión y medición.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El índice de prestación del servicio público de energía eléctrica está compuesto por cuatro elementos que se ponderan para su construcción: cobertura, tipo de conexión, vulnerabilidad y tarifa.

La disponibilidad de energía eléctrica en las áreas con aptitud para la producción de banano permite mejorar el proceso productivo mediante la implementación de sistemas de transporte del producto desde el cultivo hasta el centro de empaque, limpieza, clasificación, y empaque.

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

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información disponible para evaluar las condiciones de prestación del servicio público de energía están enfocadas en la evaluación de las empresas prestadoras del servicio; no obstante, la información disponible

sobre tarifa, cobertura, sistema de interconexión y calidad del servicio permite caracterizar de manera indirecta el potencial del territorio rural para el establecimiento del cultivo de banano de exportación, con base en el análisis de las condiciones del servicio que predominan a nivel municipal.

Se distinguen dos tipos de indicadores: los de calidad de la potencia suministrada y los de calidad del servicio prestado. Los primeros hacen referencia a aspectos relacionados con la calidad del producto (regulación de voltaje, forma de onda y factor de potencia), mientras que la calidad del servicio se relaciona con la continuidad en la prestación del servicio.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas. 2016. Cobertura del Sistema Interconectado Nacional/Consultas Estadisticas/

Sistema único de información de servicios públicos. 2015. Energía/Comercial/Consolidado Energía por Empresa Departamento y Municipio RURl.

Sistema único de información de servicios públicos. 2016. Energía/Administrativo/Reporte Formulario 9.

2. Precisión de la información.

El análisis y la estructuración de la variable está conformada por cuatro parámetros: índice de cobertura, sistema de interconexión, vulnerabilidad del servicio y tarifa, como se presenta en la siguiente figura:

Modelo cartográfico variable prestación del servicio público del servicio de energía eléctrica



a. **Índice de cobertura.** Corresponde al número de usuarios con servicio de energía eléctrica dividida por la cantidad total de viviendas del municipio.

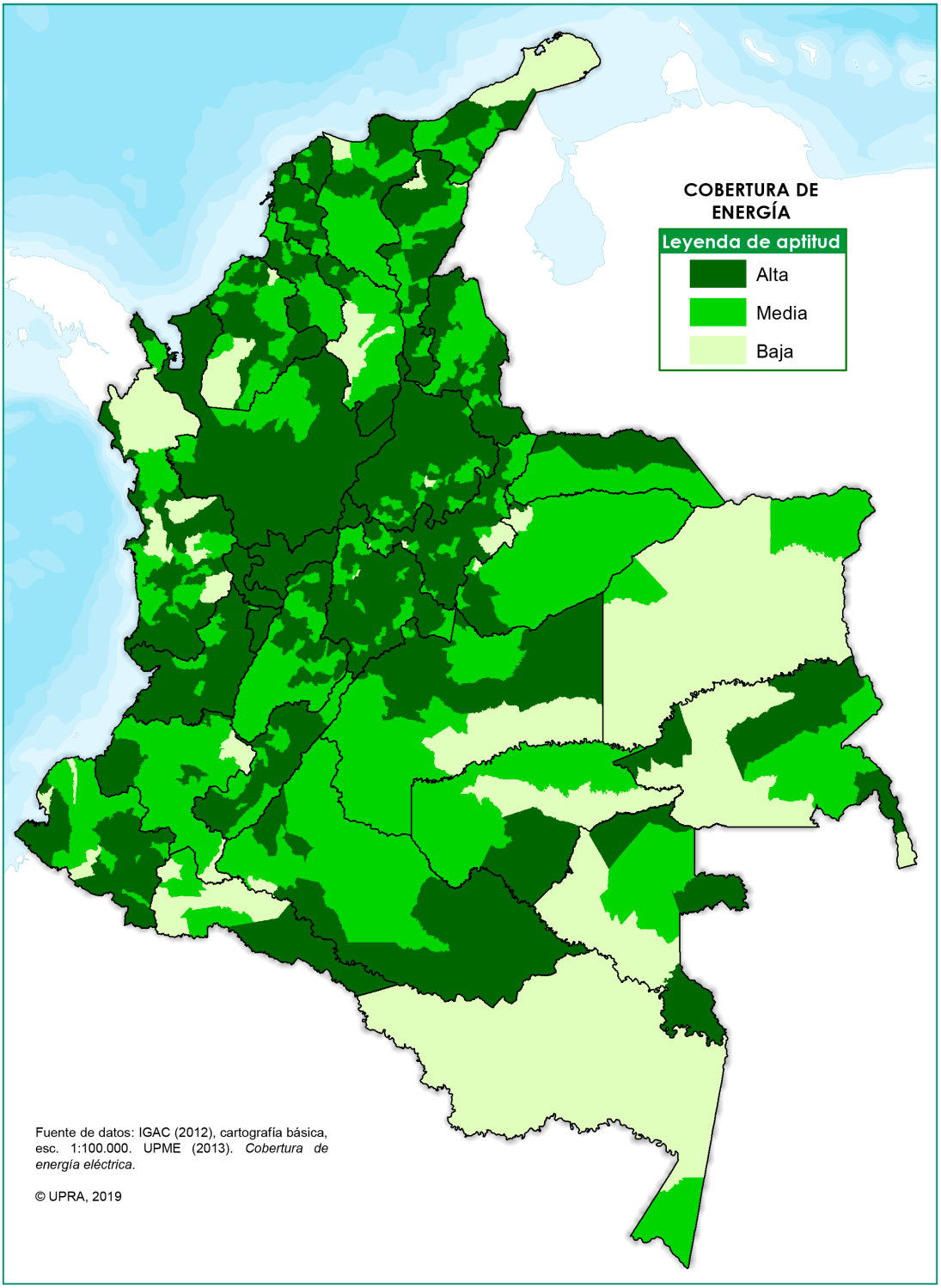
El índice se estimó con base en el Informe de Cobertura de Energía Eléctrica a 2015 y se aplicó la metodología UPME, 2016 utilizando los datos reportados por los Operadores de red, proyecciones DANE a partir del censo 2005, estimaciones a diciembre de 2015, y se clasificó y calificó la información teniendo en cuenta los rangos y valores presentados en la siguiente tabla:

Calificación del índice de cobertura eléctrica

Rango (%)	Calificación	Descripción
95-100	3	Alta cobertura
65-95	2	Media cobertura
0-65	1	Baja cobertura

Representación cartográfica parámetro Índice de cobertura de energía eléctrica

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



De acuerdo con el análisis de la cobertura del servicio de energía eléctrica, se observa que el 38,25 % del territorio nacional tienen una alta cobertura del servicio, el 33,63 % tienen una cobertura media y el 28,13 % tienen una cobertura baja, es decir, que menos del 65 % de las viviendas tienen baja cobertura del servicio de energía.

Resultados Índice de cobertura de energía eléctrica

Porcentaje de cobertura de viviendas/municipio	Interpretación	Área (ha)	Porcentaje
95-100	Alta cobertura	43.632.901	38,25
65-95	Cobertura Media	38.357.882	33,63
0-65	Baja cobertura	32.084.188	28,13
	Total	**114.074.970**	**100**

b. **Sistema interconectado nacional.** Según lo previsto por el artículo 11 de la Ley 143 de 1994 (R. CREG-042-1999; artículo 1°), el sistema de interconexión nacional es el que está conformado 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.

Las Zonas No Interconectadas (ZNI) son los municipios, corregimientos, localidades y caseríos no conectados al Sistema Interconectado Nacional (artículo 1° de la Ley 855 de 2003). El Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (IPSE) señala que las Zonas No Interconectadas son aquellas que no reciben el servicio público de energía eléctrica a través del Sistema Interconectado Nacional (SIN).

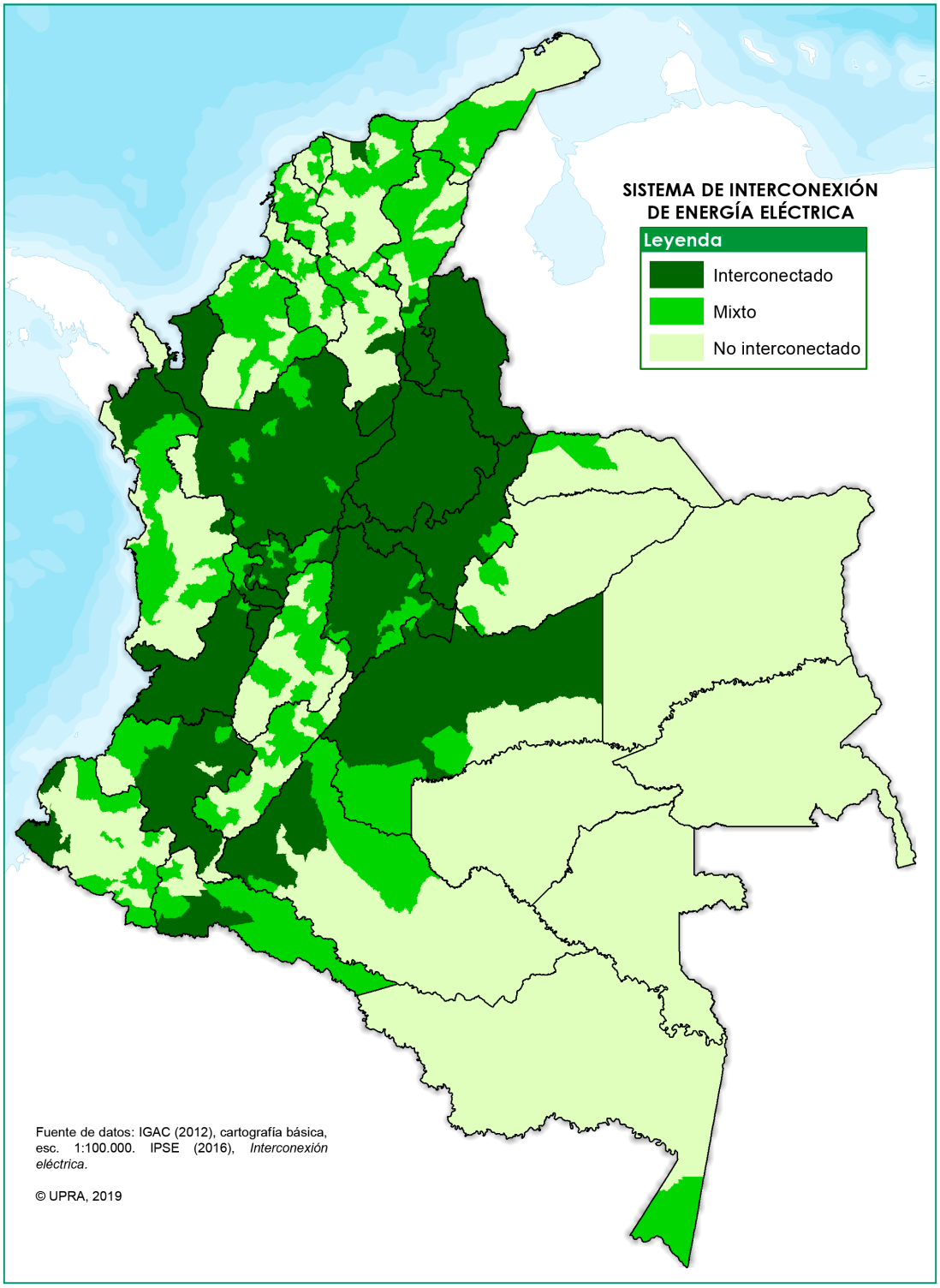
Este parámetro se espacializó calificando los municipios de acuerdo con el sistema de interconexión existente.

Calificación según el Sistema de interconexión municipal

Tipo de conexión	Calificación	Descripción
Municipios interconectados al SIN	3	Alta favorabilidad
Municipios mixtos	2	Favorabilidad media
Municipios no interconectados	1	Bajo favorabilidad

Representación cartográfica parámetro Sistema de interconexión

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Los resultados del análisis del parámetro sistema de interconexión, se presentan en la tabla anexa, donde se observa que el 49,35 % del territorio nacional se encuentra conectado al sistema de interconexión nacional, el 9,12 % cuenta con los dos sistemas de interconexión y el 41,52 % no está conectado al sistema nacional de interconexión eléctrica.

Resultados sistema de interconexión

Tipo de interconexión	Interpretación	Área (ha)	Porcentaje
Interconectado SIN	Alta favorabilidad	56.300.808	49,35
Mixto	Favorabilidad media	10.406.918	9,12
No Interconectado	Baja favorabilidad	47.367.245	41,52
	Total	**114.074.970**	**100**

c. **Vulnerabilidad del servicio.** Este parámetro evalúa la calidad de la prestación del servicio de energía en términos de continuidad del servicio, ya sea proveniente del Sistema nacional de interconexión o de las zonas no interconectadas. En tal sentido es un parámetro compuesto, en el cual se incluyen los indicadores establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para evaluar la calidad del servicio prestado por los diferentes operadores de red, los cuales son diferentes de acuerdo con el sistema de interconexión. En tal sentido se utilizaron los índices DES, FES y el IAAD establecidos por la CREG para evaluar la calidad del servicio de las empresas prestadoras del mismo, en las zonas que se encuentran conectadas al sistema de interconexión nacional, mientras que las zonas no interconectadas al SIN se evaluaron teniendo en cuenta el reporte de las horas de prestación del servicio sobre las horas planificadas.

A través de la Resolución No. 025 del 9 junio de 1999, artículo 1°, la CREG establece la forma de estimar los indicadores de calidad del servicio prestado.

- Indicador de Duración Equivalente de las Interrupciones del Servicio (DES).

Es el tiempo total, medido sobre los últimos doce (12) meses, en que el servicio es interrumpido en un circuito. Los Operadores de Red (OR) deben calcular el indicador DESc mensualmente para cada circuito, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$DESc = \sum_{i=1}^{NTI} t(i)$$

donde:

DESc: Sumatoria del tiempo en horas de las interrupciones del servicio en un circuito, durante los últimos doce (12) meses.

i: Interrupción i-ésima.

t(i): tiempo en horas de la interrupción i-ésima.

NTI: Número Total de Interrupciones que ocurrieron en el circuito durante los últimos doce (12) meses.

- Indicador de Frecuencia Equivalente de las Interrupciones del Servicio (FES).

Mide la confiabilidad de un Sistema de Transmisión Regional (STR) y/o Sistema de Distribución Local (SDL), como el número de interrupciones que presenta un circuito durante los últimos doce (12) meses. Los OR deben calcular el indicador FESc mensualmente para cada circuito, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$FESc = NTI$$

donde:

FESc: sumatoria del número de veces que el servicio es interrumpido en un circuito, durante los últimos doce (12) meses.

Para el cálculo del DES y el FES se utilizó el reporte del Sistema Único de Información de Servicios Domiciliarios (SUI) para el año 2015, clasificando y calificando los datos como se presentan a continuación:

Rango de evaluación de la duración (horas) de las interrupciones del servicio de energía DES

Duración de las interrupciones en horas por año	Descripción	Interpretación	Calificación
< 25	Baja duración de las interrupciones del servicio de energía	Alta favorabilidad	3
25-50	Duración media de las interrupciones del servicio de energía	Favorabilidad media	2
> 50	Alta duración de las interrupciones del servicio de energía	Bajo favorabilidad	1

Rango de evaluación de la frecuencia de las interrupciones del servicio de energía FES

Frecuencia interrupciones / año	Descripción	Interpretación	Calificación
< 45	Bajo número de interrupciones del servicio de energía al año	Alta favorabilidad	3
46-146	Moderado número de interrupciones del servicio de energía al año	Favorabilidad media	2
>147	Alto número de interrupciones del servicio de energía al año	Bajo favorabilidad	1

- Índice Anual Agrupado de Discontinuidad (IAAD)

En el año 2008, la CREG mediante la Resolución No. 097 del 26 septiembre, artículo 1, estableció que la evaluación de la calidad del servicio de energía se realizará mediante el cálculo del Índice Anual Agrupado de Discontinuidad, IAAD, el cual relaciona la cantidad promedio de Energía No Suministrada (ENS) por cada unidad de Energía Suministrada (ES) por un Operador de Red (OR) durante el año de evaluación. La información utilizada para el análisis de este parámetro corresponde a los reportes que presentan los operadores de red en el SUI.

Valores de referencia y calificación del IAAD nivel tensión 1

Valores de referencia IAAD	Descripción	Interpretación	Calificación
< 0,003	Buenas condiciones de calidad del servicio de energía	Alta favorabilidad	3

Valores de referencia IAAD	Descripción	Interpretación	Calificación
0,003-0,006	Condiciones moderadas de calidad del servicio de energía	Favorabilidad media	2
> 0,006	Bajas condiciones de calidad del servicio de energía	Bajo favorabilidad	1

Valores de referencia y calificación del IAAD nivel tensión 2-3

Rango	Descripción	Interpretación	Calificación
0,0003-0,0019	Buenas condiciones de calidad del servicio de energía	Alta favorabilidad	3
0,0019-0,0035	Condiciones moderadas de calidad del servicio de energía	Favorabilidad media	2
0,0035-0.0090	Bajas condiciones de calidad del servicio de energía	Bajo favorabilidad	1

Calidad del servicio en las zonas no interconectadas.

La evaluación de la calidad del servicio de las zonas no Interconectadas se realiza a través del reporte que realiza cada empresa al SUI, en el cual se registra el número de horas de prestación del servicio y se compara con el reporte del IPSE de las horas de servicio programadas por cada empresa.

Condiciones de referencia y calificación de la calidad del servicio de energía de las zonas no interconectadas

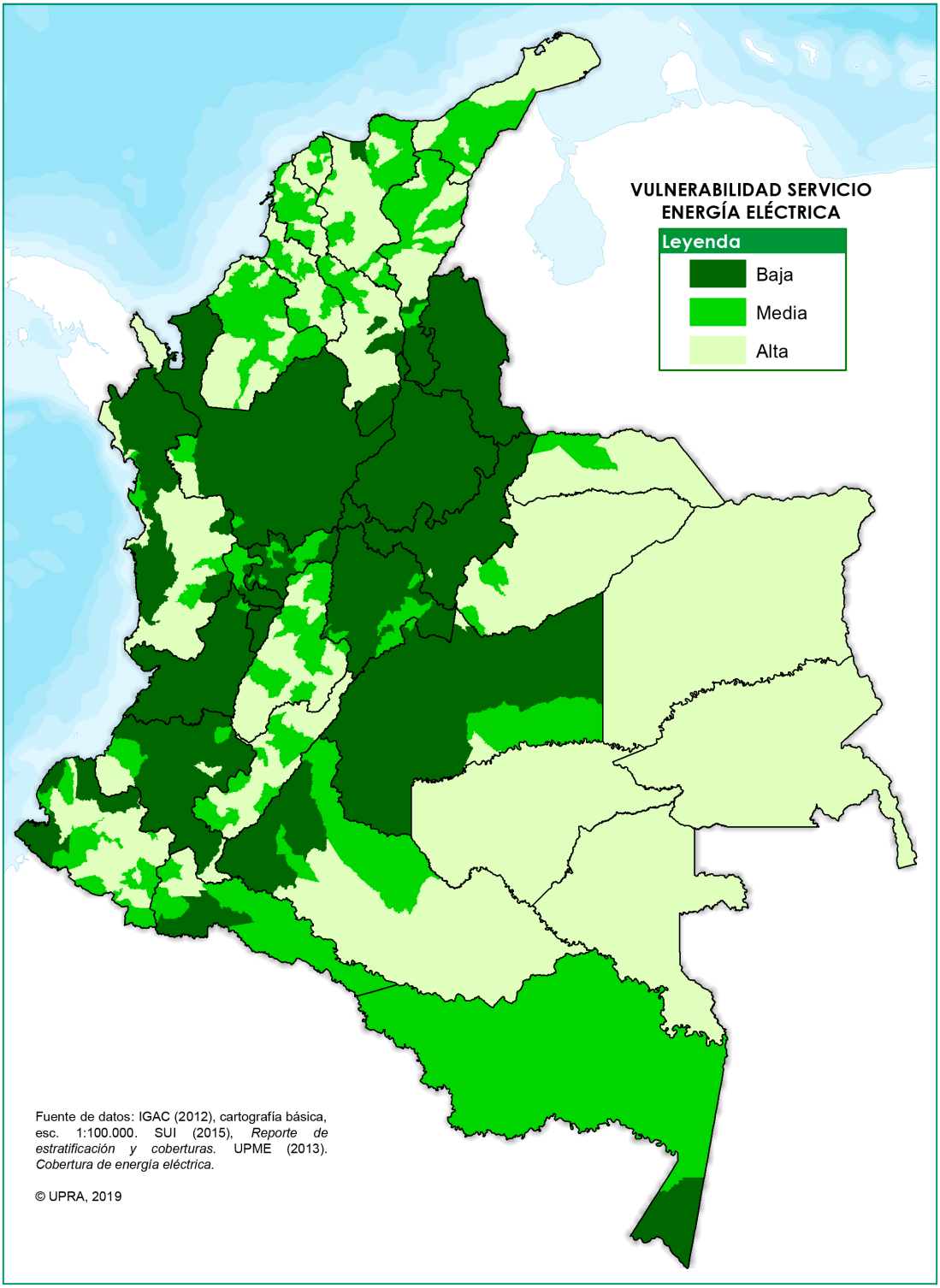
Condición	Descripción	Interpretación	Calificación
Las horas de servicio prestadas son mayores a las planificadas	Buenas condiciones de calidad del servicio de energía	Alta favorabilidad	3
Las horas de servicio prestadas son iguales a las planificadas	Condiciones moderadas de calidad del servicio de energía	Favorabilidad media	2
Las horas de servicio prestadas son menores que las planificadas	Bajas condiciones de calidad del servicio de energía	Baja favorabilidad	1

Índice de vulnerabilidad

Una vez calificados los parámetros de calidad para el SIN y ZNI, se promedió la calificación de los tres parámetros y se multiplicó por el porcentaje de usuarios municipales. El resultado del análisis de la vulnerabilidad de la prestación del servicio público de energía eléctrica se presenta en la siguiente ilustración y tabla.

Representación cartográfica parámetro Vulnerabilidad del servicio de energía eléctrica

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. SUI (2015), *Reporte de estratificación y coberturas.* UPME (2013). *Cobertura de energía eléctrica.*

© UPRA, 2019

Resultados análisis vulnerabilidad del servicio de energía

Vulnerabilidad de la prestación del servicio de energía	Interpretación	Área (ha)	Porcentaje
Baja vulnerabilidad	Alta favorabilidad	35.069.764	30,74
Vulnerabilidad moderada	Favorabilidad media	25.102.390	22,01
Baja vulnerabilidad	Baja favorabilidad	53.902.817	47,25
Total		**114.074.970**	**100**

De acuerdo con la información presentada, se observa que el 30,74 % del territorio nacional tienen una baja vulnerabilidad en la prestación del servicio público de energía, el 22,01 % tiene una vulnerabilidad moderada y el 47,25 % del territorio tienen una vulnerabilidad alta, es decir, que la calidad del servicio es baja.

d. Tarifas

De acuerdo con lo establecido por la CREG en el artículo 3° de la Resolución No. 119 del 21 diciembre de 2007:

…*"Costo Unitario de Prestación del Servicio de Energía Eléctrica: Es el costo económico eficiente de prestación del servicio al usuario final regulado, expresado en pesos por kilovatio hora ($/kWh) y en pesos por factura que resulta de aplicar la fórmula tarifaria general establecida en la presente resolución, y que corresponde a la suma de los costos eficientes de cada una de las actividades de la cadena eléctrica"…* (Generación, transmisión, distribución, comercialización y otros costos relacionados con la operación y administración del sistema interconectado nacional).

Para el análisis de este parámetro se tomó la información de la tarifa rural industrial y comercial rural, estableciéndose los siguientes puntos de corte:

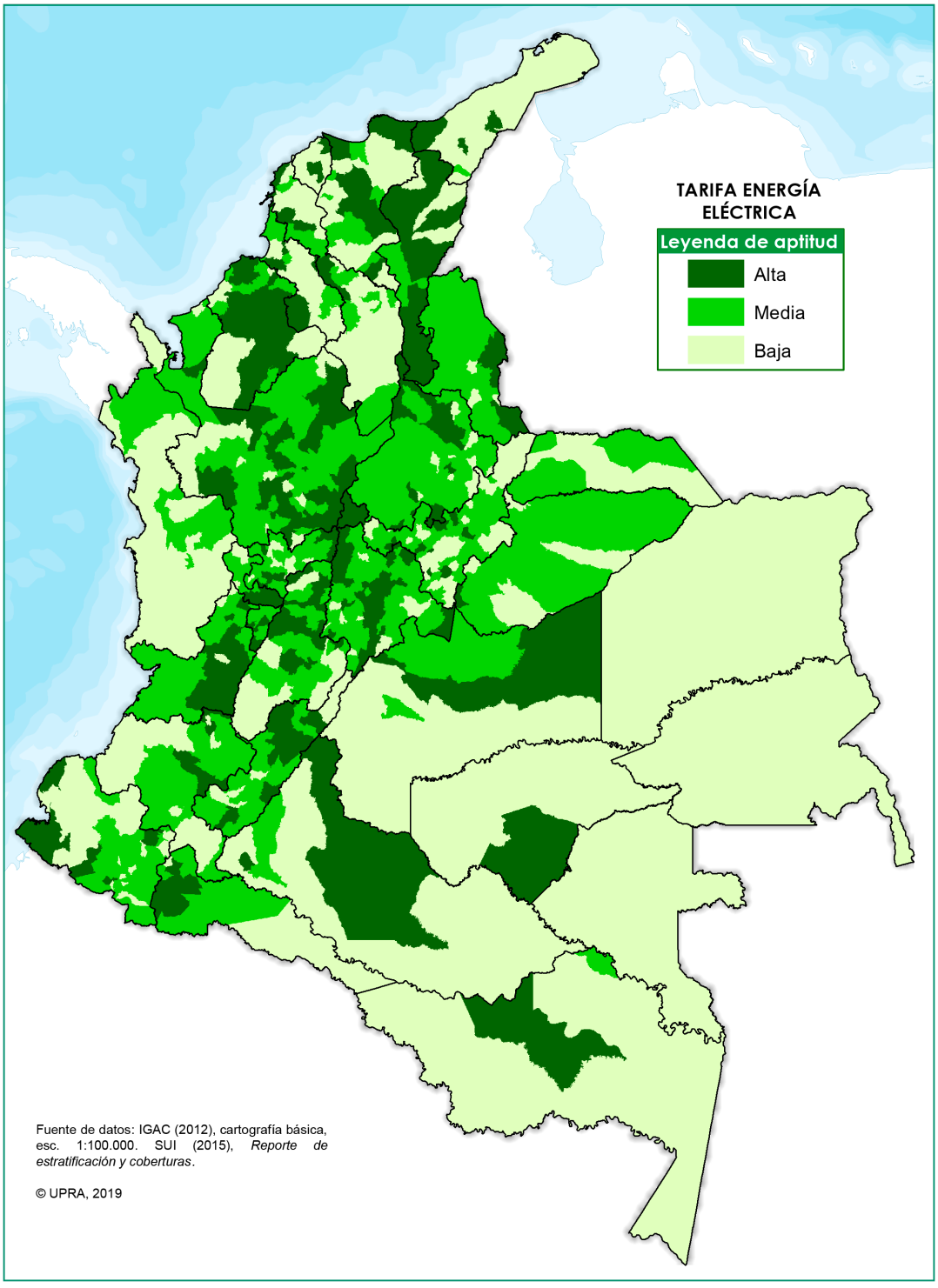
Puntos de corte para el análisis de las tarifas del servicio de energía eléctrica.

Rango ($) del kWh	Descripción	Interpretación	Calificación
≤ 322	Tarifa baja	Alta favorabilidad	3
322-483	Tarifa moderada	Favorabilidad media	2
> 483	Tarifa alta	Baja favorabilidad	1

El resultado del análisis de la tarífa de la prestación del servicio público de energía se presenta en la siguiente ilustración y tabla:

Representación cartográfica parámetro tarifa del servicio de energía eléctrica.

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Resultados análisis de la tarifa del kWh ($)

Tarifa del kWh ($)	Descripción	Interpretación	Área (ha)	Porcentaje (%)
≤ 322	Tarifa baja	Alta favorabilidad	20.351.449	17,84
322-483	Tarifa media	Favorabilidad media	28.043.147	24,58
> 483	Tarifa alta	Baja favorabilidad	65.680.374	57,58
		Total	**114.074.970**	Alta favorabilidad

De acuerdo con la información presentada en la tabla, se observa que el 17,84 % del territorio tienen una baja tarifa de energía, el 24,58 % tienen una tarifa media y en el 57,58 % del territorio la tarifa del kwh es alta.

Una vez analizados y espacializados los parámetros, cobertura, sistema de interconexión vulnerabilidad del servicio y tarifa, se unieron los mapas resultantes mediante una suma ponderada, a través de la asignación de pesos como se presenta a continuación:

Pesos asignados a los parámetros de la variable Prestación del servicio público de energía eléctrica

Parámetro	Peso
Vulnerabilidad	0,50
Cobertura	0,15
Interconexión	0,20
Tarifa	0,15

Los principales resultados se presentan donde se observa el área disponible en km2 según la prestación de servicio público de energía.

Resultados de área para prestación del servicio público de energía

Índice de prestación del servicio público de energía eléctrica	Interpretación	Área (ha)	Porcentaje (%)
> 2,5	Alta favorabilidad	28.841.288	25,28
1,9-2,5	Favorabilidad media	19.977.443	17,51
< 1,9	Baja favorabilidad	65.256.239	57,20
	Total	**114.074.970**	**100**

Se observa que el 25,28 % del territorio reciben un buen servicio de energía eléctrica, en el 17,51 % del territorio las condiciones de prestación del servicio de energía son moderadas y en el 57,20 % del territorio las condiciones del servicio de energía son bajas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

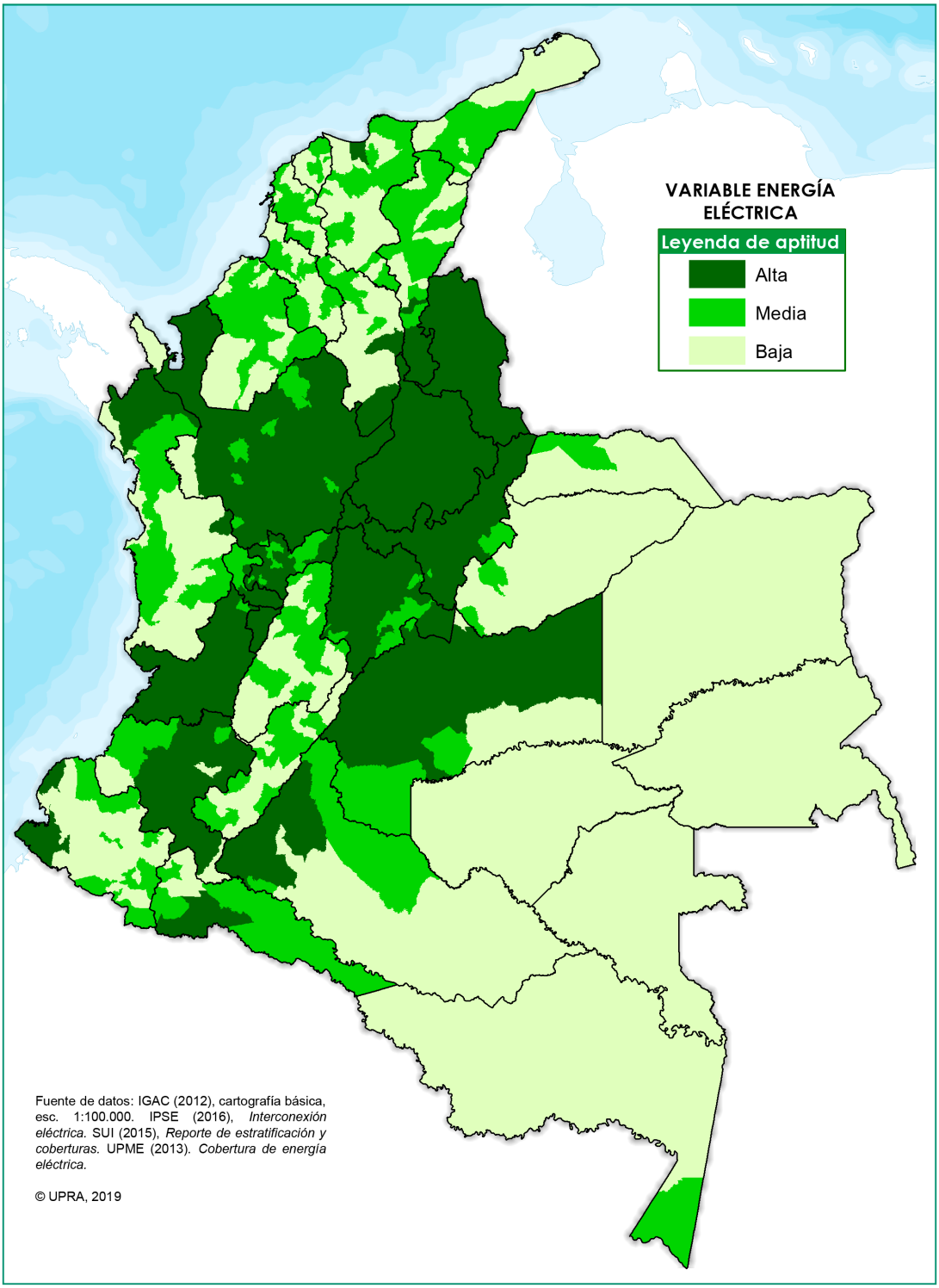
Calificación del índice de prestación del servicio de energía eléctrica

Índice	Aptitud
Municipios > 2,5	Alta (a1)
Municipios 1,9-2,5	Media (A2)
Municipios < 1,9	Baja (A3)

Unidad de análisis	Índice de favorabilidad

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. IPSE (2016), *Interconexión eléctrica*. SUI (2015), *Reporte de estratificación y coberturas*. UPME (2013). *Cobertura de energía eléctrica.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE). (2016). Zonas no Interconectadas.

Sistema único de información de servicios Públicos. (2015). Energia/Comercial/Consolidado *Energía por Empresa Departamento y Municipio para el 2015.* [En línea] 2015. Recuperado de: http://www.sui.gov.co/SUIAuth/portada.jsp?servicioPortada=4.

_. (2015). *Reporte de Estratificación y Coberturas.*

Sistema Único de información de servicios públicos. (2016). *Energía/Administrativo/Reporte Formulario 9. [En línea] 15 de 09 de 2016.* Recuperado de: http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ele_adm_016.

Unidad de planeación Minero Energética -UPME-. (2013). *Cobertura de Energía Eléctrica..* Bogotá: UPME.

3.2 Criterio asociatividad e institucionalidad

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Cercanía a comercializadoras y cooperativas, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.
- Cercanía al gremio, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.
- Cercanía al ICA, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.
- Cercanía a Agrosavia, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede acceder desde otros puntos en el territorio, a una comercializadora, a cooperativas, a la institucionalidad gremial, y a entidades que soportan la sanidad, la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Las comercializadoras internacionales, son de gran importancia, ya que a través de ellas se lleva a cabo la comercialización y venta del producto en el exterior; adicionalmente la asociatividad es un aspecto relevante del desarrollo de las actividades productivas ya que refleja la existencia de liderazgos, de cohesión social y la

construcción de redes que articulan a los productores de base y facilitan su acceso a instancias en las que pueden disponer de recursos para la implementación de proyectos productivos.

La cercanía a la institucionalidad permite generar oportunidades para el mejoramiento de la productividad y abrir espacios para la adaptación de las unidades productivas a las condiciones que demanda el mercado.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El ICA y Agrosavia son entidades que tienen ofertas institucionales: ICA en vigilancia fitosanitaria, normatividad, certificaciones de predios, en BPA, entre otras, y Agrosavia en el desarrollo tecnológico agropecuario a través de la investigación científica, la adaptación de tecnologías, la transferencia y la asesoría con el fin de mejorar la competitividad de la producción.

METODOLOGÍA DEL 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 4 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Cercanía a comercializadoras y cooperativas	Cercanía al gremio	Cercanía al ICA	Cercanía a Agrosavia
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a comercializadoras y cooperativas	1			
	Cercanía al gremio	1/3	1		
	Cercanía al ICA	1/5	1/3	1	
	Cercanía a Agrosavia	1/7	1/5	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual importancia			Más importante		

Teniendo en cuenta el software PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada una se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Asociatividad e institucionalidad	Cercanía a comercializadoras y cooperativas	56,4
	Cercanía al gremio	26,3
	Cercanía al ICA	11,8
	Cercanía a Agrosavia	5,5
	Total, ponderación	**100,0**

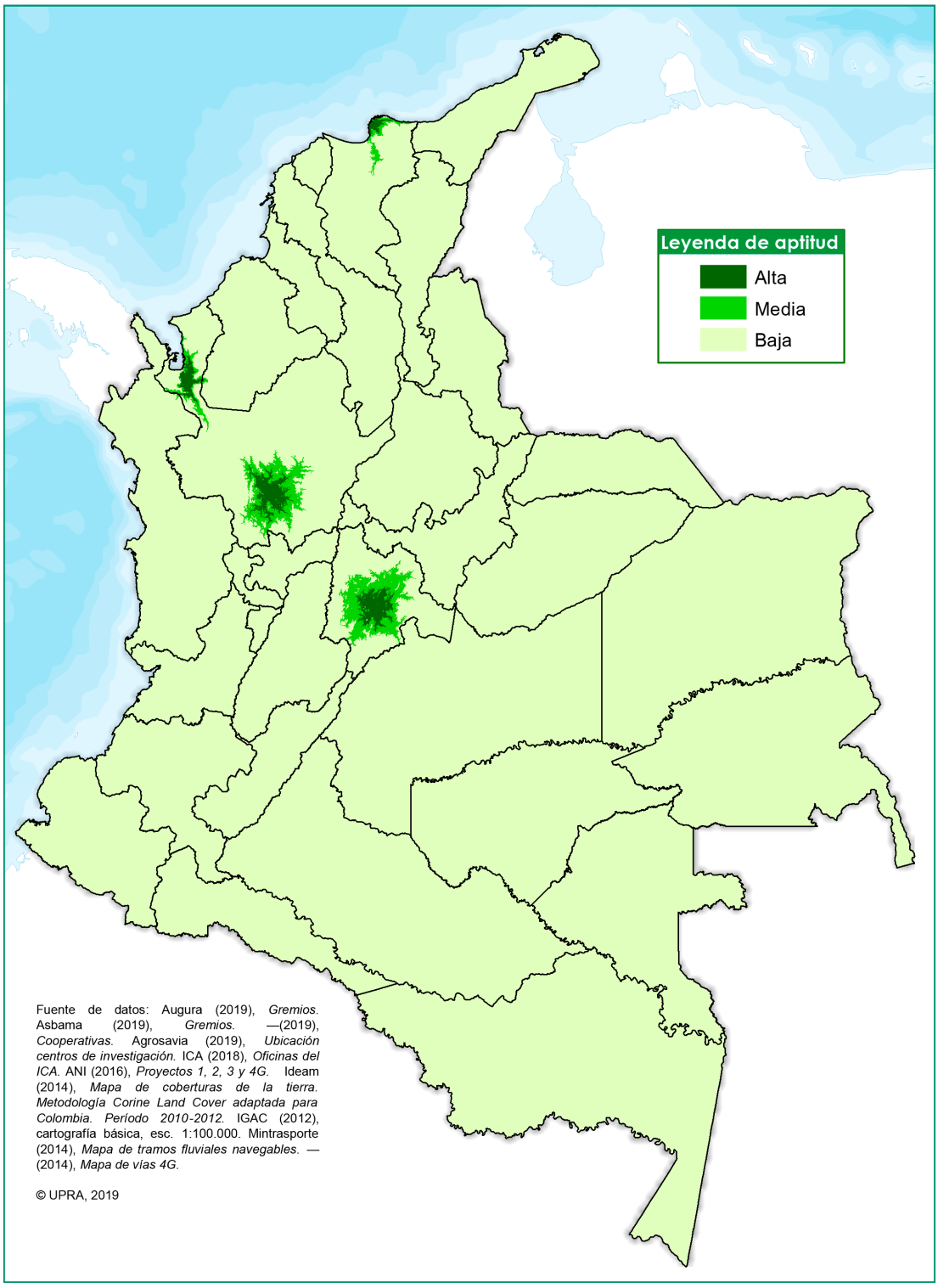
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Cercanía a comercializadoras y cooperativas	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	>1 hora
Cercanía al gremio	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1 hora	1 hora - 2 horas	> 2 horas
Cercanía al ICA	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	> 1 hora
Cercanía a Agrosavia	Tiempo de desplazamiento (h)	< 1/2 hora	1/2 hora - 1 hora	> 1 hora

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



Fuente de datos: Augura (2019), *Gremios*. Asbama (2019), *Gremios*. —(2019), *Cooperativas*. Agrosavia (2019), *Ubicación centros de investigación*. ICA (2018), *Oficinas del ICA*. ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintrasporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. —(2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agrosavia. (2019). *Centros Agrosavia.* Recuperado de: <http://www.agrosavia.co/menu/nc/>.
- Asbama. (2019). *Gremios.*
- Augura. (2019). *Gremios.*
- _. (2019). *Comercializadoras y cooperativas.*
- ICA. (2018). *Ubicación oficinas del ICA.* Recuperado de: <www.ica.gov.co/El-ICA/Directorio-Seccionales.aspx>
- Ideam. (2014). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala. 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables.* Bogotá: Mintansporte.
- _. (2014). *Mapa de vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.2.1. Variable cercanía a comercializadoras y cooperativas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD		
VARIABLE: cercanía a comercializadoras y cooperativas	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con que se pueden alcanzar las comercializadoras y las cooperativas del sector bananero, desde cualquier punto en el territorio colombiano; estas entidades tienen por objeto social la comercialización y venta de productos colombianos al exterior, adquiridos en el mercado interno o fabricados por productores socios de las mismas (Procolombia, 2019).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Es un aspecto relevante en la toma de decisiones sobre el desarrollo de las actividades productivas ya que refleja la existencia de liderazgo, de cohesión social y la construcción de redes que articulan a los productores de base y facilitan su acceso a instancias que pueden disponer recursos para la implementación de proyectos productivos y el desarrollo del sector.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Solo se obtuvo la base de datos de las cooperativas, que operan en el Magdalena.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Augura. 2019. Cooperativas y comercializadoras.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad, y los tramos fluviales navegables existentes para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.
Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.
Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.
Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de cada organización en la cabecera municipal.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a las comercializadoras y cooperativas considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a ellas y bajo la siguiente clasificación: aptitud alta (A1): a menos de 1/2 hora para acceder a la comercializadora y/o cooperativa; aptitud media (A2): entre 1/2 hora y 1 hora, y aptitud baja (A3): a más de 1 hora.

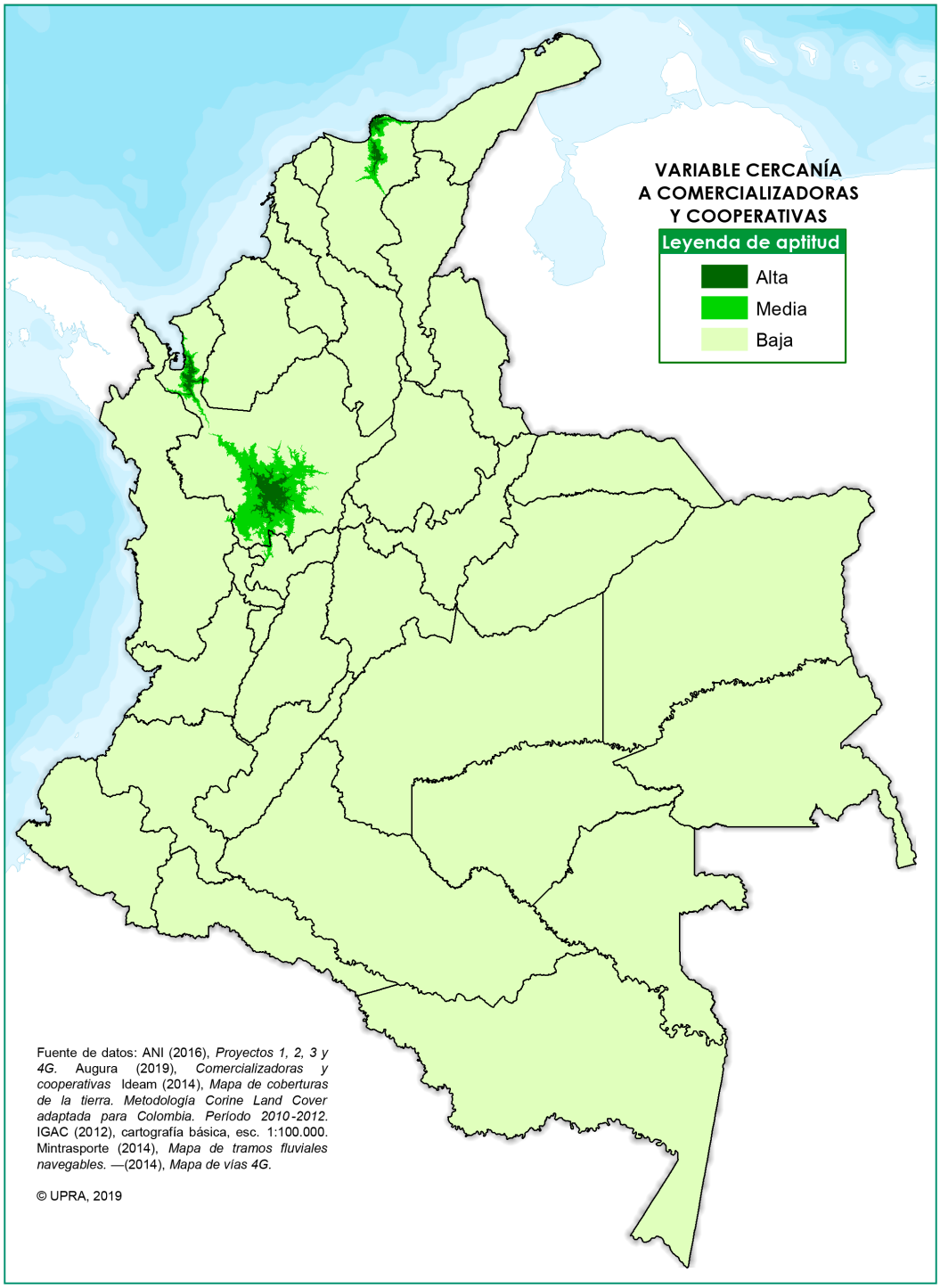
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 - 1 hora	Media (A2)
> 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Augura. (2019). *Cooperativas y comercializadoras.*
- Ideam. (2014). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de los tramos fluviales navegables* Bogotá: Mintransporte
- _. *(2014). vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.2.2 Variable cercanía al gremio

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD		
VARIABLE: cercanía al gremio	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar, desde otros puntos en el territorio, las sedes de Augura y Asbama.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos respecto de la institucionalidad sectorial presente en el municipio.

Los gremios participan activamente en el desarrollo de la región, tienen como objeto representar y defender gremialmente a bananeros y comercializadoras afiliadas ante los organismos oficiales y entidades nacionales e internacionales, realizar investigación y transferencia de tecnología, en beneficio del sector y de las zonas productoras, coordinar y proponer programas sociales.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No hay limitantes

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Augura. 2019. Presencia del gremio.

Asbama. 2019. Presencia del gremio.

2. Precisiones de la información.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para el 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta como punto de referencia la ubicación de la sede de Augura y Asbama.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento al gremio, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a cada sede, Así: Aptitud alta (A1): sedes de gremios a menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): sedes de gremios entre 1 hora y 2 h y aptitud baja (A3): sedes de gremios a más de 2 horas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

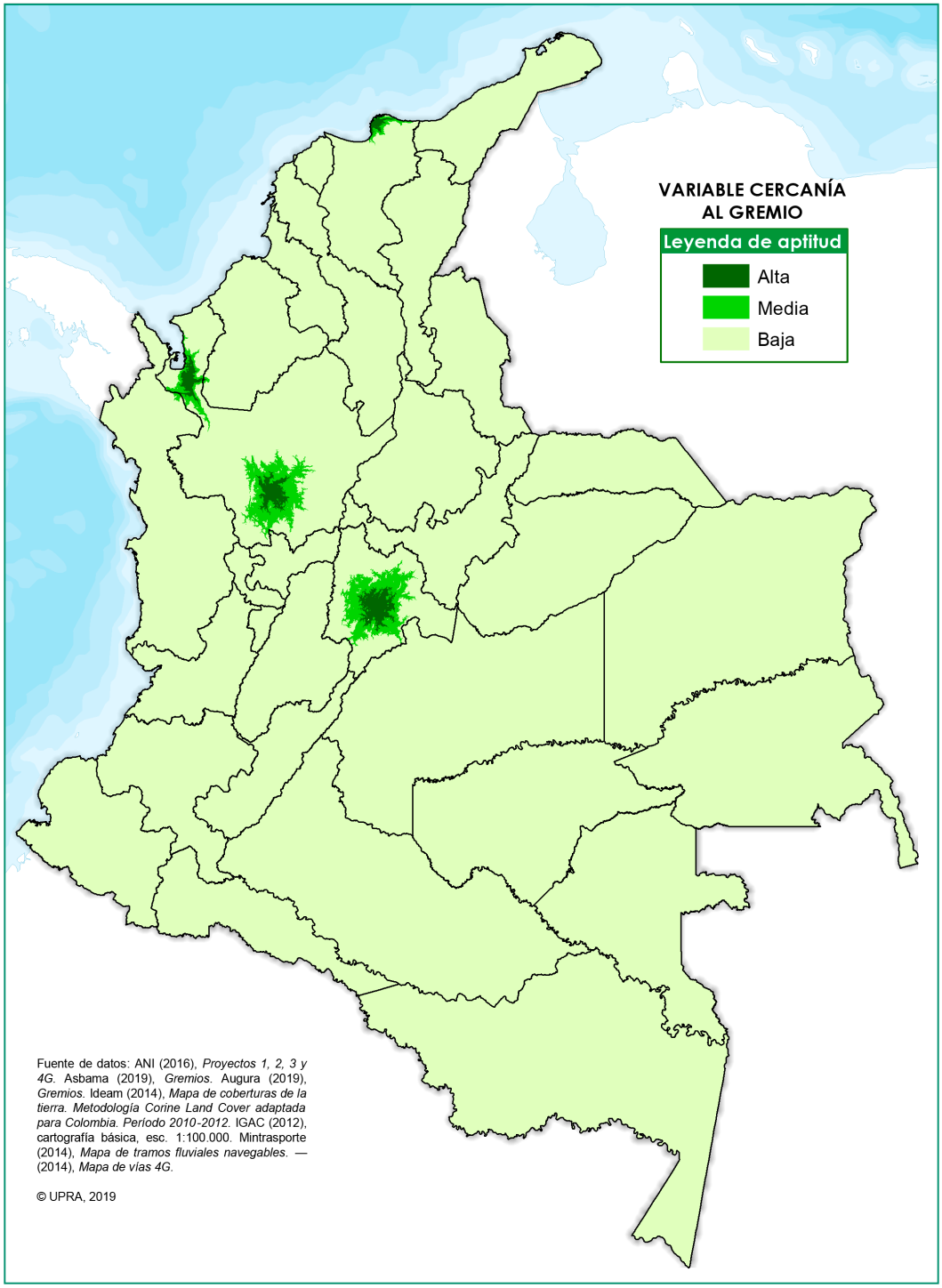
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con tres categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1 hora	Alta (A1)
1 - 2 horas	Media (A2)
> 2 horas	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. Asbama (2019), *Gremios*. Augura (2019), *Gremios*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintrasporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Asbama. (2019). *Ubicación sedes del gremio.* Recuperado de: http://asbama.com/home/asbama.
- Augura. (2019). *Ubicación sedes del gremio.* Recuperado de: https://www.augura.com.co/augura/quienes-somos/
- Ideam. (2014). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* Bogotá: Mintransporte.
- _. *(2014) vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.2.3. Variable cercanía al ICA

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD		
VARIABLE: cercanía al ICA	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio una sede del ICA, entidad oficial cuya función es elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional y aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional de asesoría, vigilancia, control y manejo fitosanitario para mejorar las condiciones de productividad, calidad e inocuidad de la producción de banano con fines de exportación.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La cobertura del ICA es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ICA. 2018. Directorio de seccionales.

2. Precisión de la información.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes del ICA.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede del ICA, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a una sede de la entidad oficial, así: aptitud alta (A1): sede ICA a menos de 1/2 h; aptitud media (A2): sede ICA entre 1/2 h y 1 h, y aptitud baja (A3): sede ICA a más de 1 h.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

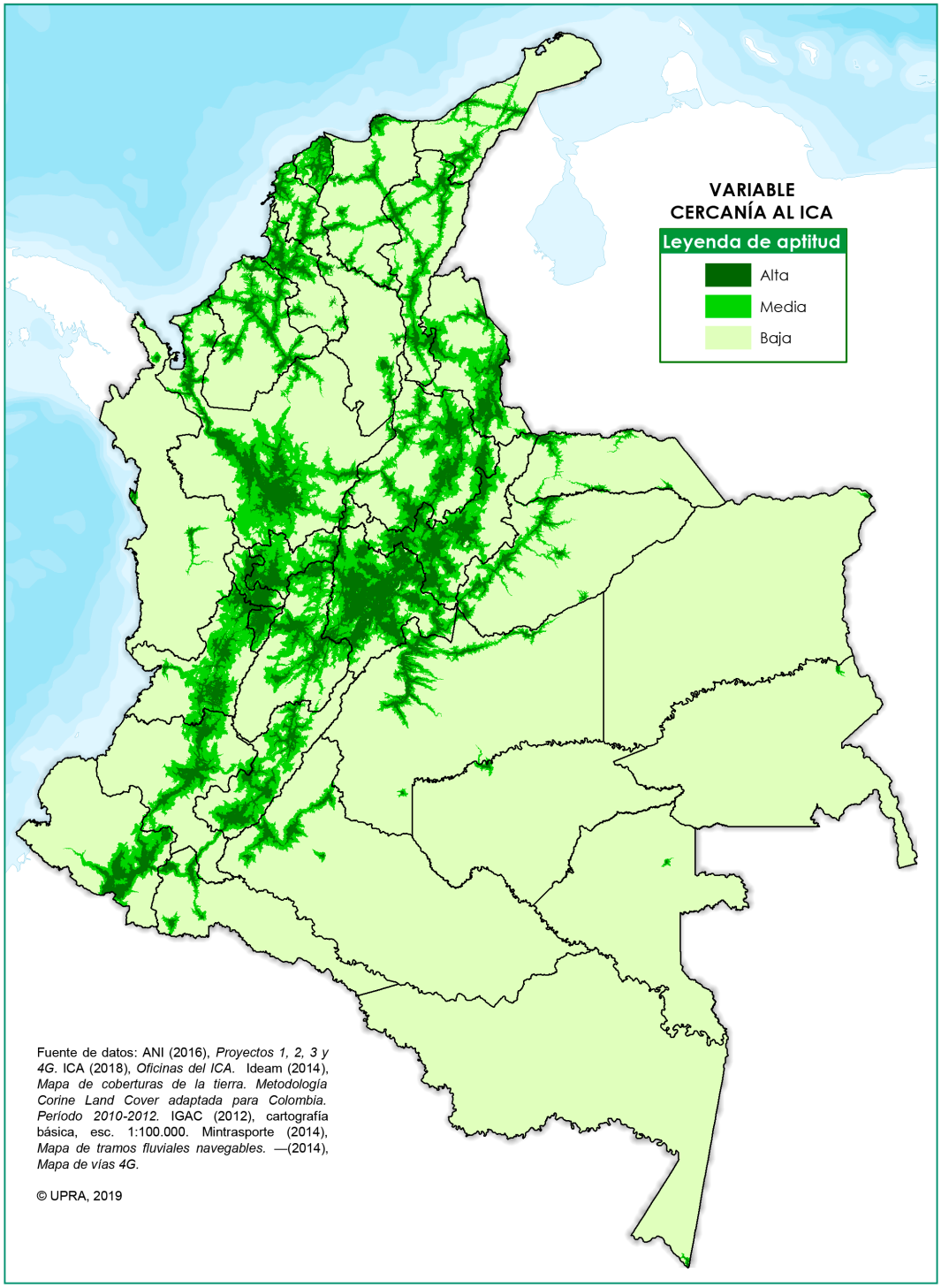
Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 - 1 hora	Media (A2)
> 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. ICA (2018), *Oficinas del ICA*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintrasporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. —(2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

ICA. (2018). *Ubicación oficinas del ICA.* Bogotá: ICA.

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

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

Mintransporte. (2014). *Mapa de tramos fluviales navegables.* Bogotá: Mintransporte.

_. (2014). *Mapa de vías 4 G.* Bogotá: Mintransporte.

3.2.4. Variable cercanía a Agrosavia

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD		
VARIABLE: cercanía a Agrosavia	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Facilidad con la que se puede alcanzar desde otros puntos en el territorio un centro de Agrosavia, entidad cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica en el sector agropecuario.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional asociada a la innovación y transferencia de conocimiento y tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad del cultivo de banano de exportación.

A mayor cercanía de una sede de Agrosavia, se tiene mayor probabilidad de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para mejorar los procesos productivos del cultivo de banano de exportación.

Productores con posibilidades de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de sus cultivos y, en general, a los servicios de la Corporación, pueden llegar a obtener cultivos más competitivos.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como no apta (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La cobertura de Agrosavia es nacional, por lo que los puntos de referencia de las sedes, limita el análisis de la variable.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Agrosavia. 2019. Centros de investigación Agrosavia.

2. Precisión de la información.

La metodología de isócrona empleada por la UPRA involucró todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables existentes para el 2014.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para el cálculo de dichas isócronas, se tuvo en cuenta la ubicación de las sedes de Agrosavia.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a la sede de Agrosavia, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder a la corporación así: aptitud alta (A1): sede Agrosavia a menos de 1/2 h; aptitud media (A2): sede Agrosavia entre 1/2 h y 1 h y aptitud baja (A3): sede Agrosavia a más de 1 hora.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

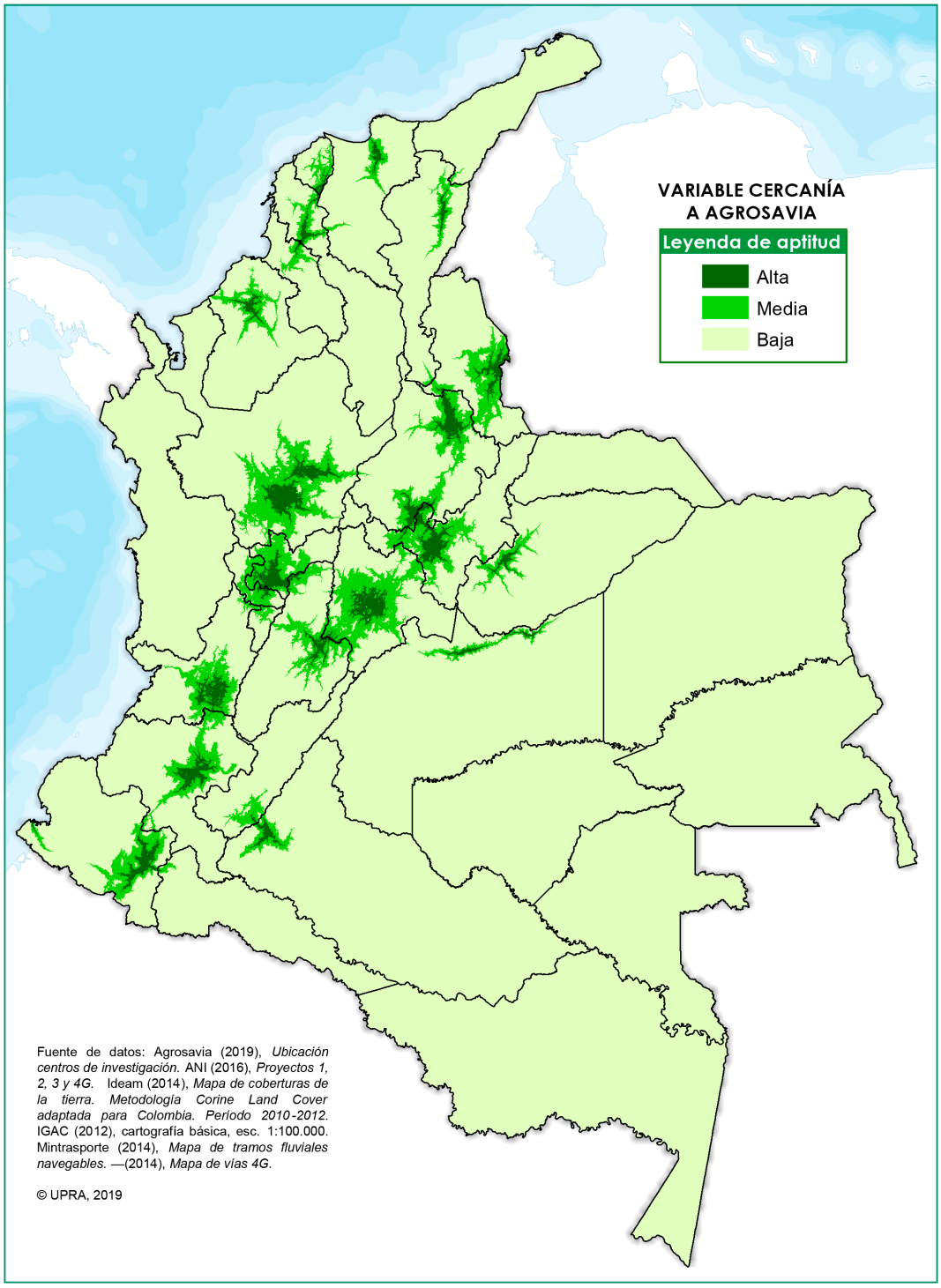
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo a la categoría de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 - 1 hora	Media (A2)
> 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



Fuente de datos: Agrosavia (2019), *Ubicación centros de investigación.* ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G.* Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintrasporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables.* —(2014), *Mapa de vías 4G.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

Agrosavia. (2019). *Centros Agrosavia.* Recuperado de: <http://www.agrosavia.co/menu/nc/>.

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

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

Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables. Bogotá: Mintransporte.

_. (2014), *Mapa de vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.3. Criterio disponibilidad de mano de obra

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Densidad de población en edad de trabajar por km2, expresada como el número de habitantes en edad de trabajar por kilómetro cuadrado.
- Oferta educativa técnica y tecnológica, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.
- Oferta educativa universitaria, expresada en tiempo de desplazamiento en horas.

DEFINICIÓN

Identifica las condiciones que afectan la disponibilidad de mano de obra para la producción agrícola en un municipio, teniendo en cuenta su nivel de cualificación y las posibilidades de acceso a programas de formación académica, acorde a las necesidades de los productores de banano de exportación.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Brinda información sobre la potencial disponibilidad de mano de obra rural de un municipio, en función del número de habitantes en edad productiva y de la capacidad para dotarlos de habilidades y transferirles conocimientos que les permitan desempeñarse en actividades propias del sector agrícola. Estos elementos hacen posible que las unidades productivas de banano de exportación, incrementen su productividad y la competitividad al implementar de mejor manera procesos técnicos sin limitarse por la ausencia de personal suficiente e idóneo.

Por su parte, permite a los agentes económicos proyectar y dimensionar la permanencia del capital humano en un municipio y sus posibilidades de especialización, factores que determinan la competitividad de la producción en los territorios.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La información disponible para determinar la población rural en edad de trabajar, corresponde a proyecciones del censo general de población y vivienda del DANE (2005) vigente, lo que limita la confiabilidad de las estimaciones sobre la dinámica demográfica actual, por su distribución etárea y por ubicación urbano-rural de los municipios.

Adicionalmente la base del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), proporciona datos sobre la ubicación geográfica de los programas académicos (técnicos, tecnológicos y universitarios) y de sus sedes, pero con las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, la ubicación real de sus estudiantes puede distar 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 DEL 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 3 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

Criterio	Variables	Densidad población en edad de trabajar por km^2	Oferta educativa técnica y tecnológica	Oferta educativa universitaria
Disponibilidad de mano de obra	Densidad población en edad de trabajar por km^2	1		
	Oferta educativa técnica y tecnológica	1/3	1	
	Oferta educativa universitaria	1/7	1/5	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual importancia			Más importante		

Teniendo en cuenta el software PriEsT (Priority Estimation Tool), se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variables	Ponderación (%)
Disponibilidad mano de obra	Densidad población en edad de trabajar por km^2	64,9
	Oferta educativa técnica y tecnológica	27,9
	Oferta educativa universitaria	7,2
	Total, ponderación	**100,0**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

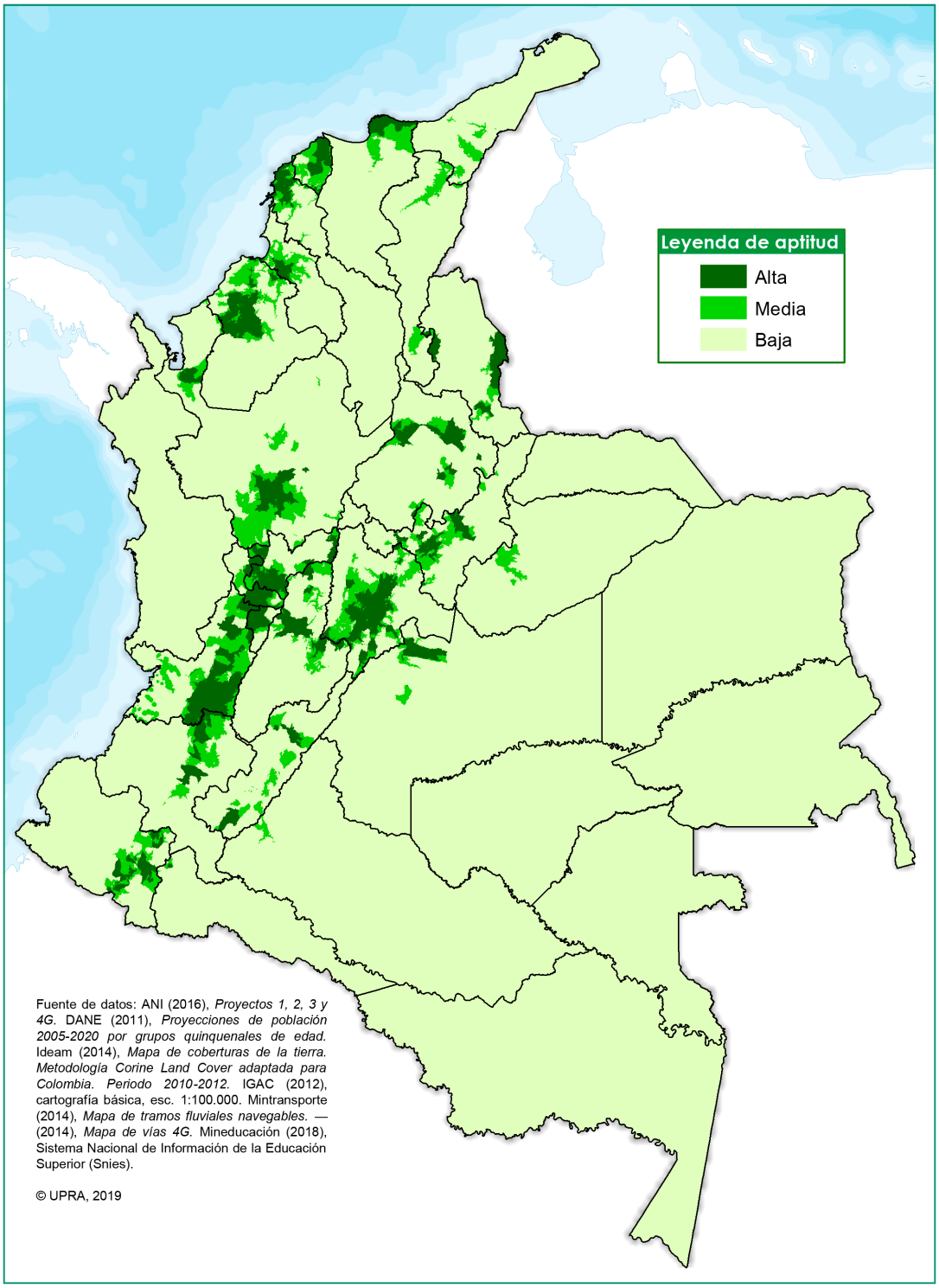
Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Densidad de la población en edad de trabajar/km2	Número de habitantes en edad de trabajar/km2	> 70	29-70	< 29
Oferta educativa técnica y tecnológica	Tiempo de Desplazamiento en horas	< 1/2 hora	1/2 - 1 hora	>1 hora
Oferta educativa universitaria	Tiempo de Desplazamiento en horas	< 1/2 hora	1/2 - 1 hora	>1 hora

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020 por grupos quinquenales de edad*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*. Mineducación (2018), Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies).

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2011). *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total área 1985-2020.* Bogotá: DANE.

DNP. (2018). *Portal Territata*. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.> Bogotá: DNP.

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

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

Mineducación. (2019). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2018. Bogotá: Mineducación.

Mintransporte. (2014). *Tramos red vial nacional y departamental*. Bogotá: Mintransporte.

_. (2014). Vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

3.3.1 Variable densidad de la población rural en edad de trabajar/km^2

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO SUBCOMPONENTE: SOCIAL			
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA			
VARIABLE: densidad de la población rural en edad de trabajar/km2	**UNIDAD DE MEDIDA:** número de habitantes en edad de trabajar/km2		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Número de personas en edad de trabajar por kilómetro cuadrado comparado con las necesidades técnicas del cultivo. El rango etario de 20 a 64 años responde a la disponibilidad de información por lustros de edades, buscando medir los habitantes que se consideran en capacidad de trabajar según las series de población estimadas por el DANE (2011) para 2017. Dicho valor es contrastado con las dimensiones físicas del municipio para aproximarse a la densidad poblacional rural en fase productiva de los municipios.

Dado que la población que ofrece su mano de obra en la producción bananera no puede vivir en las plantaciones por razones de bioseguridad y cumplimiento de estándares, y por tanto en la mayoría de los casos la unidad productiva ofrece servicios de transporte desde y hacia los núcleos urbanos más cercanos, en este caso se considera que la disponibilidad de mano de obra está constituida tanto por la población urbana como la rural que se encuentra en edad de trabajar.

Lo anterior no significa obviar el hecho de que se reconoce como de gran relevancia para la producción de banano de exportación el alto nivel de conmutación urbano rural de la mano de obra vinculada a la explotación

agroindustrial y los mayores niveles de formalidad, permanencia y compromiso de trabajadores de más de 40 años.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Se puede establecer una relación directa entre el número de personas en edad de trabajar por kilómetro cuadrado y la aptitud productiva del municipio, puesto que se aproxima a la capacidad de respuesta en el suministro de mano de obra ante posibles iniciativas productivas localizadas en su territorio.

Municipios con una mayor población 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 oferta laboral que podría ser aprovechada para el desarrollo de las actividades propias del cultivo. Por el contrario, aquellos municipios que tienen bajos niveles de población en edad de trabajar y que tienen áreas relativamente grandes, tendrán bajos valores de esta variable, lo que reducirá la posibilidad de que los agentes económicos accedan a la mano de obra necesaria para sus iniciativas productivas.

Lo anterior permite que los potenciales productores e inversionistas identifiquen las mejores opciones en la oferta laboral según el nivel de intensidad en el uso de este factor productivo por parte del cultivo.

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

En el análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La población en edad de trabajar calculada puede diferir de la real en el sentido de que dada la disponibilidad de información, no existe forma técnica de considerar la población dedicada de tiempo completo a otras actividades como a la educación, al trabajo del hogar, o que presentan condiciones especiales de discapacidad que limiten su capacidad productiva.

Adicionalmente no se cuenta con la posibilidad de distinguir a aquellos individuos que no ofrecen su fuerza laboral debido a que perciben rentas, o pertenecer a un régimen pensional, aun viviendo su fase productiva. Más limitante resulta aún en el caso de la explotación bananera, no poder establecer el nivel de interés real de los individuos en vincularse con esta agroindustria como opción y modo de vida.

Por otra parte, aunque en este caso no se hace la distinción urbana y rural de la población por su lugar de residencia, (reconociendo con eso 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), si existe la posibilidad de un desplazamiento hacia o desde otro municipio cercano, que por disponibilidad de información no se puede establecer.

Para el análisis de la variable un limitante analítico es el supuesto que se hace respecto a que la población en edad de trabajar está distribuida dentro del total de la población municipal, de la misma manera tanto para el territorio rural como para el urbano.

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 como de otras limitaciones y condicionantes físicas y legales, por lo que, aunque se supone una distribución homogénea de la población rural en edad de trabajar dentro del territorio municipal, en la mayoría de los casos dicho supuesto no se cumple.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2018. Proyecciones de población municipal a 2017.

DANE. 2018. Extensión territorial municipal.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

La fuente para la estimación de la PET20-64 rural son las proyecciones de población de mediano plazo (2005-2020) del DANE. Sin embargo, debido a que la información de la PET está disponible únicamente por grupos quinquenales y para el conjunto municipal, se toma la información de los 13 rangos de población correspondientes a edades entre 20 y 64 años, tanto para hombres como para mujeres, los que se suman para estimar la población municipal en edad de trabajar. Finalmente, 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 realizó un análisis de consistencia en la que se observa la disponibilidad de información para todos los municipios del país y se ordena de mayor a menor para determinar el mejor método estadístico de agrupamiento.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio estadístico 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 entre Q_3 - Q_1. Dado que el resultado fue más del 5 % de datos atípicos, se optó por utilizar el método de K-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Para definir los rangos de aptitud se establece un punto de corte inicial definido por el requerimiento de mano de obra por hectárea del cultivo de banano de exportación, que se estima para Colombia en 0,7 personas (aunque este parámetro es heterogéneo según el nivel de tecnificación del cultivo es muy cercano al de Costa Rica, segundo exportador mundial de banano, que reporta 0,67 trabajadores por ha) http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000123.pdf; http://200.12.169.19:8080/bitstream/25000/2499/1/T-UCE-0004-74.pdf.

Dicha información se pasa a la escala de kilómetro cuadrado y el resultado es que se estima que el cultivo de banano de exportación en Colombia demanda 70 personas por kilómetro cuadrado. Este punto de corte es el que define los municipios A1 sobre los cuales se espera las mejores condiciones de oferta de mano de obra rural.

Para la estimación de los rangos A2 y A3 se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca

minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d(i,j) > d(i,k) indica que el objeto i es más parecido a *k* que a *j*. El método de K-medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa en un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en 2 para las aptitudes A2 y A3, y por tratarse de un agrupamiento univariado no está sesgado por el orden de presentación inicial de los datos.

Los pasos para la estimación del clúster de K-Medias fueron los siguientes:

1. Se ordenan los datos de mayor a menor o de menor a mayor según incidencia del fenómeno socioeconómico en estudio y su supuesta relación con los niveles de aptitud para la cadena productiva.
2. De manera inicial el total de datos disponibles se divide en 2 grupos; se calcula el centroide (centro geométrico del clúster) que se calcula como base para la construcción de la variable objetivo (distancia). El centroide que se propone es el promedio aritmético de cada agrupamiento.
3. Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (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 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 considera una fase de validación que consiste en lo siguiente: i) evaluar la existencia de clústeres que solo están integrados por datos extremos (outliers); ii) comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos; iii) 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 para la variable Densidad de población rural en edad de trabajar, el resultado fue tres agrupamientos a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de 70 habitantes en edad de trabajar por km^2; aptitud media (A2): municipios entre 29 y 70 habitantes en edad de trabajar por km^2; aptitud baja (A3): municipios con menos de 29 habitantes en edad de trabajar por km^2.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3), después de establecer un nivel considerado como optimo en la disponibilidad de trabajadores por km^2 y después de aplicar la metodología de agrupamientos de variables socioeconómicas por el método de K-medias, para los datos que no cumplieron con dicha condición. Los resultados de dichos agrupamientos fueron los siguientes.

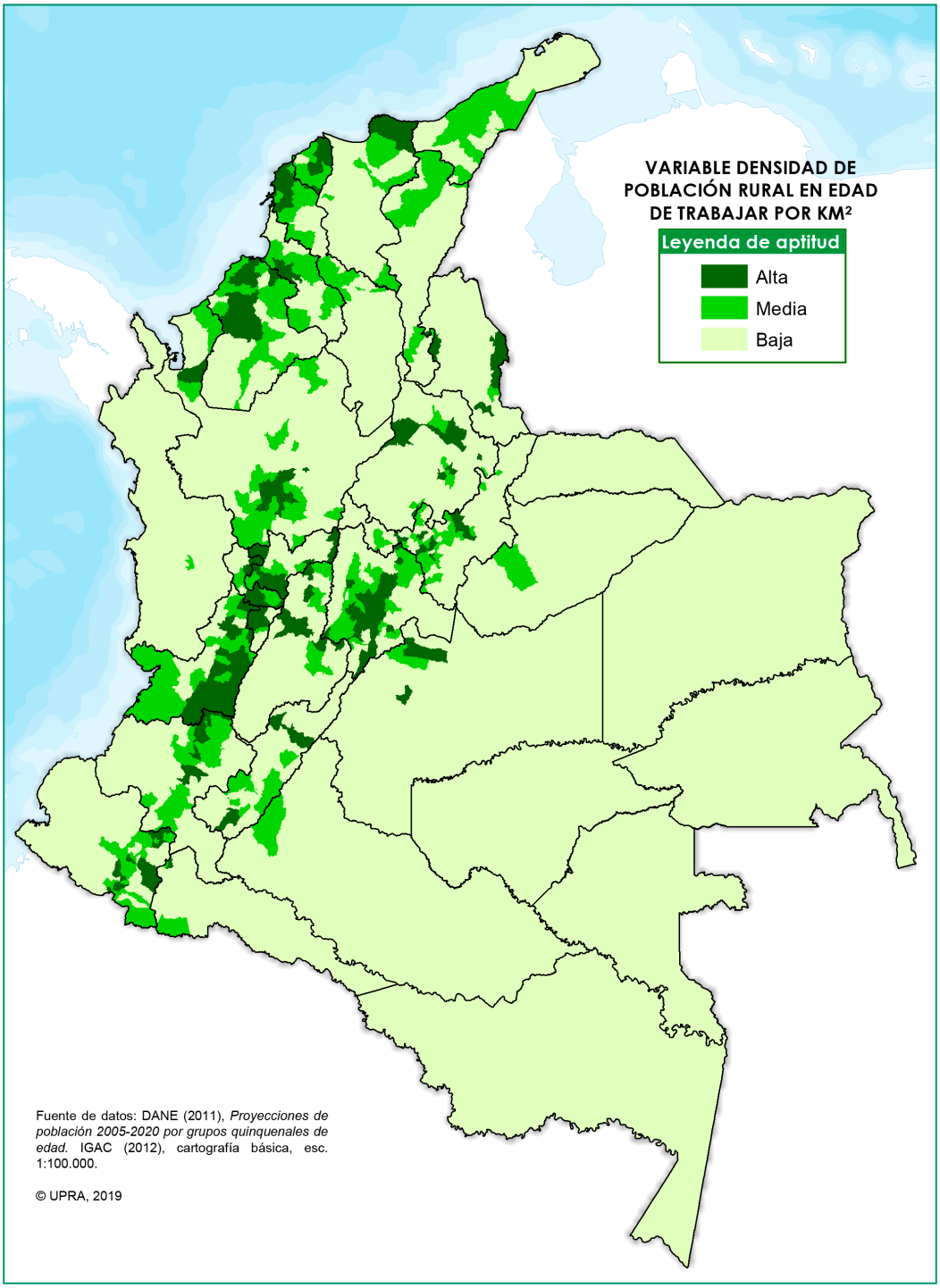
Número de habitantes en edad de trabajar por km²	Aptitud
> 70	Alta (A1)
29-70	Media (A2)
< 29	Baja (A3)



Unidad de análisis	Número de habitantes en edad de trabajar por km²

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2011). *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total área 1985-2020.* Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Municipal_area_1985-2020.xls>

DNP. (2018). Portal Territata. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.>

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

3.3.2. Variable oferta educativa técnica y técnológica

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA		
VARIABLE: oferta educativa técnica y tecnológica	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel técnico y/o tecnológico oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción agrícola, que facilitan la capacitación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite a los trabajadores agrícolas acceder a programas de formación técnica y tecnológica para elevar sus competencias y productividad laboral. El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la capacitación y formación para el trabajo a nivel técnico y tecnológico, como una de sus expresiones, brinda la posibilidad de actualizar competencias en el manejo de la información y en los procesos de innovación propios de las labores agrícolas.

Esta dimensión tiene especial importancia en la zonificación de aptitud socioeconómica, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversionistas de disponer de talento humano, con destrezas y/o conocimientos técnicos y tecnológicos que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad del banano colombiano en el mundo. Esto es reconocido por las agremiaciones de bananeros quienes se esfuerzan por brindar a la población oportunidades de formación técnica y tecnológica financiadas con recursos de la misma actividad productiva.

Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel técnico y tecnológico en áreas relacionadas a la agricultura en general y con la actividad agroindustrial del banano en particular. Los territorios en donde existen 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 agrícola, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad municipal.

Los mercados internacionales reconocen la importancia de las buenas condiciones laborares y de formación de los trabajadores vinculados a la explotación bananera, ofreciendo primas por el cumplimiento de estándares productivos.

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

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. Esto 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Mineducación. 2019. SNIES a 2018.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la producción agrícola por municipio, reportados en el SNIES de Mineducación. Se tiene en cuenta la totalidad de programas relacionados a las áreas agrícolas con formación técnica, y tecnológica, filtrando los programas que están activos para el año 2018.

Se construyó una base de datos en la que se identifican los municipios en donde al menos exista un programa activo y partiendo de su casco urbano se estimó isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitables todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos de formación técnica o tecnológica vinculados a la actividad productiva agrícola, sobre los que se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los centros educativos, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder con regularidad a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos formales, de modo que los rangos quedaron definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): centros educativos a menos de 1/2 hora, aptitud media (A2): centros educativos entre 1/2 - 1 hora; aptitud baja (A3): centros educativos a más de 1 hora.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

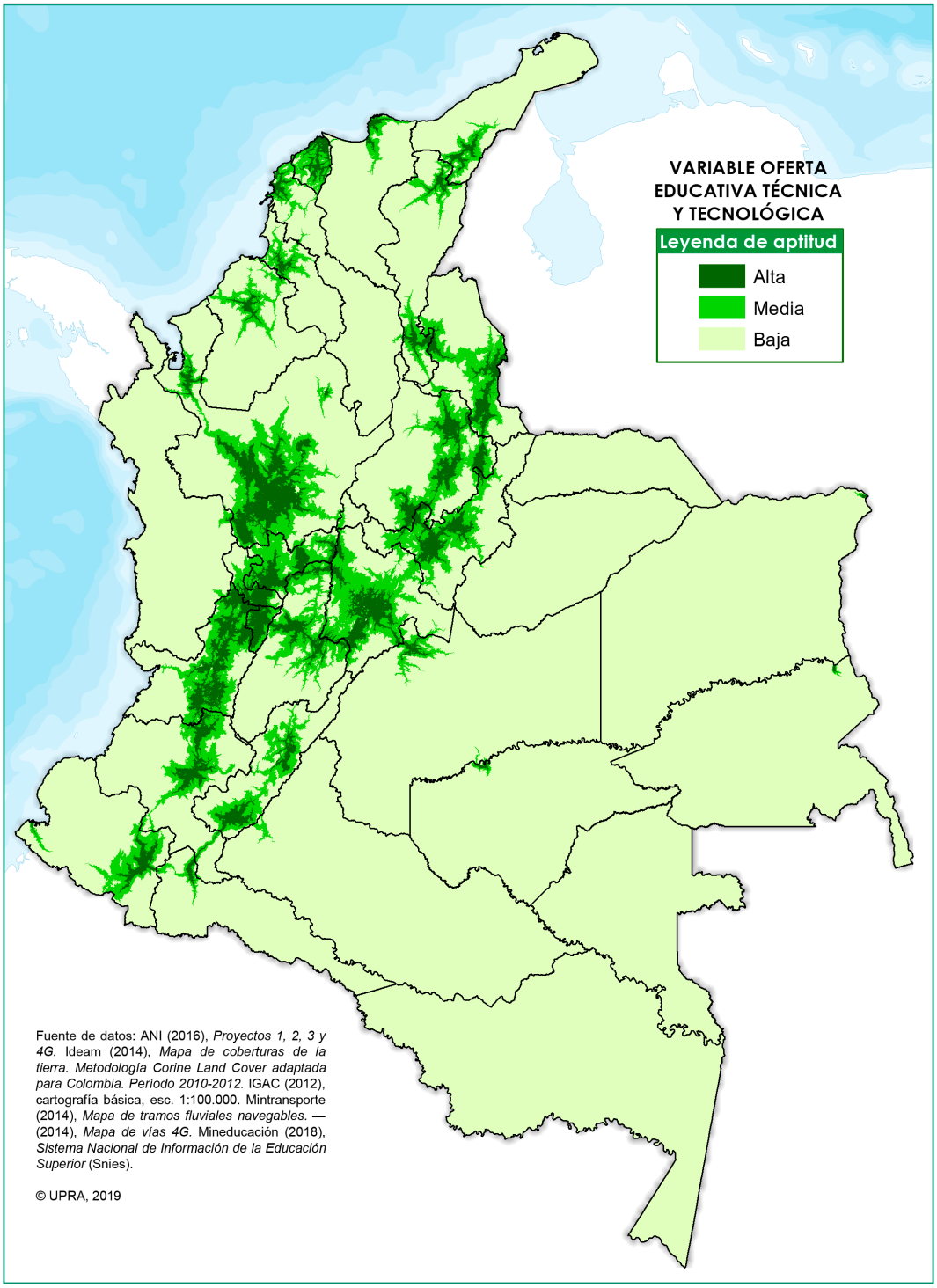
Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 - 1 hora	Media (A2)
> 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*. Mineducación (2018), *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior* (Snies).

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2014). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación. (2019). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) a 2018. Bogotá: Mienducación.
- Mintransporte. (2014). *Tramos red vial nacional y departamental.* Bogotá: Mintransporte.
- - (2014). Vías 4G. Bogotá: Mintransporte.

3.3.3. Variable oferta educativa universitaria

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA		
VARIABLE: oferta educativa universitaria	**UNIDAD DE MEDIDA:** tiempo de desplazamiento en horas	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Nivel de cobertura espacial y facilidad de acceso a los programas de educación superior a nivel universitario oficialmente aprobados, activos y relacionados con la producción agrícola (agronomía o ingeniería agronómica) que facilitan la formación de la población y mejoran la competitividad sectorial del territorio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite a los trabajadores agrícolas acceder a programas de formación universitaria para elevar sus competencias y la productividad del sector. El proceso general de educación es uno de los elementos más influyentes en el desarrollo de los individuos y sociedades, y particularmente la formación a nivel universitario, como una de sus expresiones, se enfoca no solo en la construcción de procesos sino en la sistematización de las experiencias, indagando y conceptualizando, haciendo énfasis en aspectos teóricos y de investigación.

Esta dimensión representa especial importancia en la zonificación de aptitud socioeconómica, dado que eleva las condiciones y capacidades de la población rural trabajadora y brinda la posibilidad a los futuros inversionistas de disponer de talento humano, con destrezas y/o conocimientos para la dirección de equipos de trabajo y resolución de problemas que pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad de la cadena de banano de exportación.

Por tanto, la competitividad de los territorios es proporcional a la cobertura y facilidad de acceso a la oferta educativa a nivel universitario de agronomía o ingeniería agronómica.

Los territorios en donde existen mayor posibilidad de acceder presencialmente a programas de Ingeniería Agronómica o Agronomía son más aptos por poseer mayor potencial de cualificación de mano de obra a nivel de dirección y planificación estratégica, potenciando las condiciones de la oferta de mano de obra y la competitividad territorial.

VALOR DE EXCLUSIÓN 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

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. Esto 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Mineducación. 2019. SNIES a 2018.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

Programas académicos ofertados relacionados con la producción agrícola por municipio, reportados en el SNIES de Mineducación. Se tiene en cuenta los programas universitarios de agronomía e ingeniería agronómica, filtrando los programas que están activos para el año 2018.

Se construyó una base de datos en la que se identificaron los municipios en donde al menos exista un programa activo y partiendo de su casco urbano se estimó isócronas según rangos de distancia para definir los niveles de aptitud.

La metodología de isócronas empleadas por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres, las pendientes de las mismas dado su influencia en la velocidad y los tramos fluviales navegables que existían para 2014.

Tipos de vías terrestres empleadas en el algoritmo de isócronas.

Tipo 1: pavimentada, carretera de dos o más carriles, transitables todo el año.

Tipo 2: sin pavimentar, carretera de dos o más carriles, transitable todo el año.

Tipo 3: pavimentada, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 4: sin pavimentar, carretera angosta, transitable todo el año.

Tipo 5: sin pavimentar, transitable en tiempo seco.

Tipo 6: sin afirmado, transitable en tiempo seco.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

El SNIES permite establecer información sobre la totalidad del territorio nacional y sus municipios en los que se determina la existencia o no de programas activos de agronomía o ingeniería agronómica, sobre los que se construyen las isócronas.

4. Clasificación por aptitud.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen con base en los tiempos de desplazamiento a los centros educativos, considerando que a mayor distancia se reduce la posibilidad de acceder con regularidad a las actividades académicas presenciales exigidas para la obtención de títulos formales así: aptitud alta (A1): centros educativos a menos de 1/2 hora; aptitud media (A2): centros educativos entre 1/2 - 1 hora; aptitud baja (A3): centros educativos a más de 1 hora.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

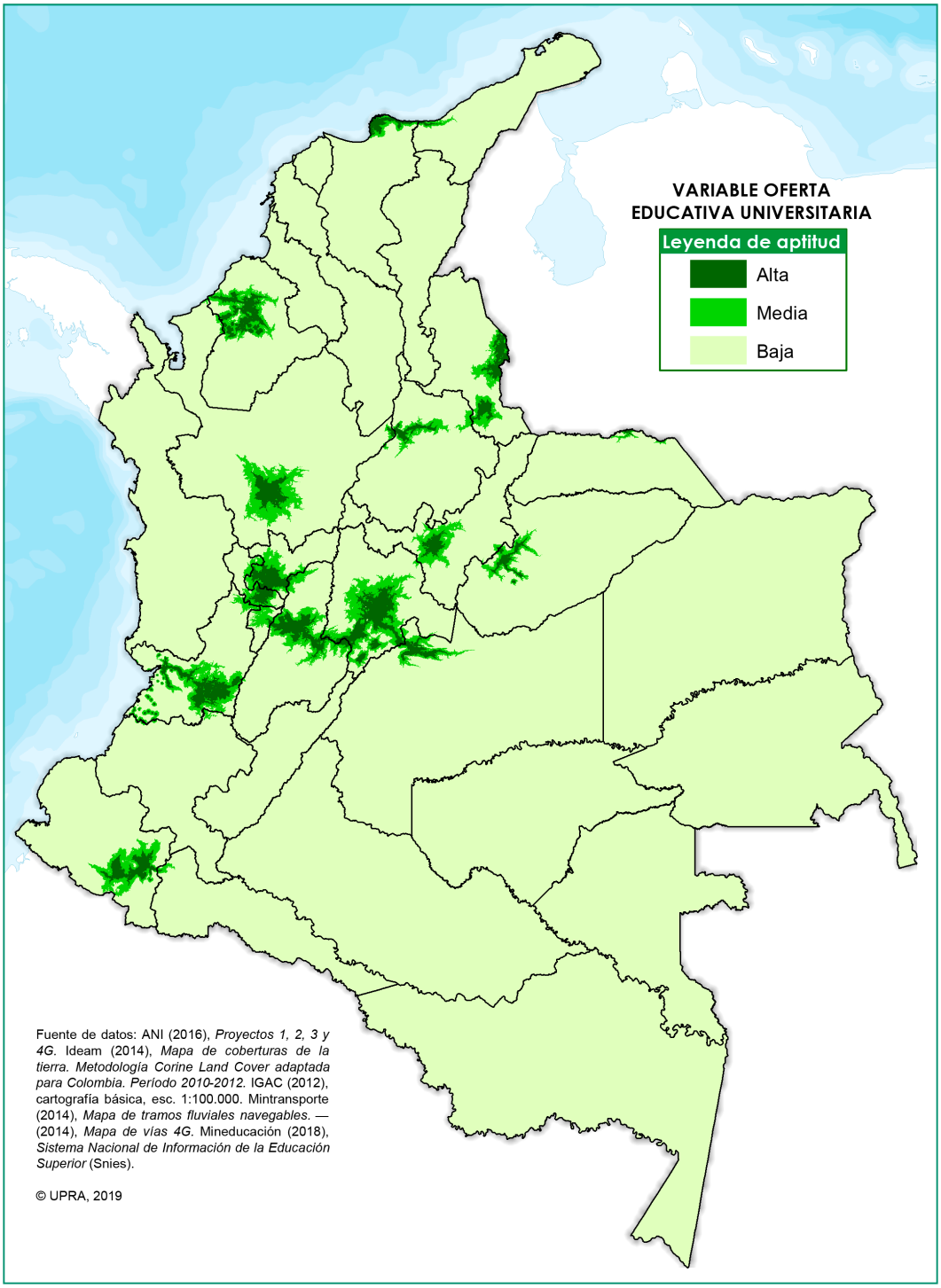
Los rangos para la espacialización de la variable se clasifican de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3), así:

Tiempo de desplazamiento	Aptitud
< 1/2 hora	Alta (A1)
1/2 - 1 hora	Media (A2)
> 1 hora	Baja (A3)

Unidad de análisis	Tiempo de desplazamiento

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA



Fuente de datos: ANI (2016), *Proyectos 1, 2, 3 y 4G*. Ideam (2014), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*. Mineducación (2018), *Sistema Nacional de Información de la Educación Superior* (Snies).

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2014). *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación. (2019). Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (Snies) a 2018. Bogotá: Mineducación.
- Mintransporte. (2014). *Tramos red vial nacional y departamental.* Bogotá: Mintransporte.
- _. (2014). *Vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.4. Criterio indicadores económicos

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Créditos otorgados, expresados en millones de pesos.
- Seguros agrícolas, expresados en municipios.
- Valor agregado agrícola municipal, expresado en miles de millones de pesos.
- Zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC), expresadas en municipios.
- Desempeño municipal, expresado como indicador de la medición del desempeño municipal.

DEFINICIÓN

Muestra la importancia relativa del sector agrícola, la gestión, desempeño público municipal, y la focalización de incentivos tributarios, crediticios y de coberturas de riesgo, dados a las zonas más afectadas por el conflicto y a las que cuentan con áreas productivas de banano

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Muestra a los agentes económicos la relevancia de la actividad productiva agrícola en los territorios y los beneficios recibidos tanto de parte del Estado, vía exenciones tributarias y de la gestión pública municipal, como de parte del sector financiero vía créditos y coberturas de riesgo para el cultivo de banano, lo que condiciona la toma de decisiones de inversión al favorecer la viabilidad financiera de los proyectos productivos, su flujo de caja y capacidad de apalancamiento. Una aptitud alta en este criterio refleja condiciones creadas en el pasado

para la actividad productiva tanto por el desempeño de lo público, como en respuesta a estímulos privados, que facilitan la proyección a futuro del cultivo del banano en el municipio.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En lo referente a los recursos de apalancamiento financiero del sector, se evidencia que los créditos otorgados son una aproximación a la totalidad de los montos que utiliza el sector; sin embargo, no se incluyen los recursos que destina la banca comercial con recursos propios.

De la misma manera, es posible que muchos de los recursos de financiamiento categorizados en el sector, no se ejecuten en la región donde fueron solicitados, y también, algunos de ellos hayan sido destinados a otras actividades productivas.

El nivel de discriminación de la información de indicadores económicos impide distinguir el aporte del cultivo de banano dentro del total de valor agregado agrícola, aunque se infiere muy importante dentro del sector primario de la economía de las zonas bananeras.

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 DEL 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 5 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

CRITERIO	Variables	Créditos otorgados	Seguros agrícolas	Valor agregado agrícola municipal	ZOMAC	Desempeño municipal
Indicadores económicos	Créditos otorgados	1				
	Seguros agrícolas	1/3	1			
	Valor agregado agrícola municipal	1/3	1/3	1		
	ZOMAC	1/5	1/3	1/3	1	
	Desempeño municipal	1/7	1/5	1/5	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual importancia			Más importante		

Teniendo en cuenta el software PriEsT *(Priority Estimation Tool)*, se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Disponibilidad mano de obra	Créditos otorgados	46,00
	Seguros agrícolas	25,10
	Valor agregado agrícola municipal	16,20
	ZOMAC	8,50
	Desempeño municipal	4,20
	Total ponderación	**100,0**

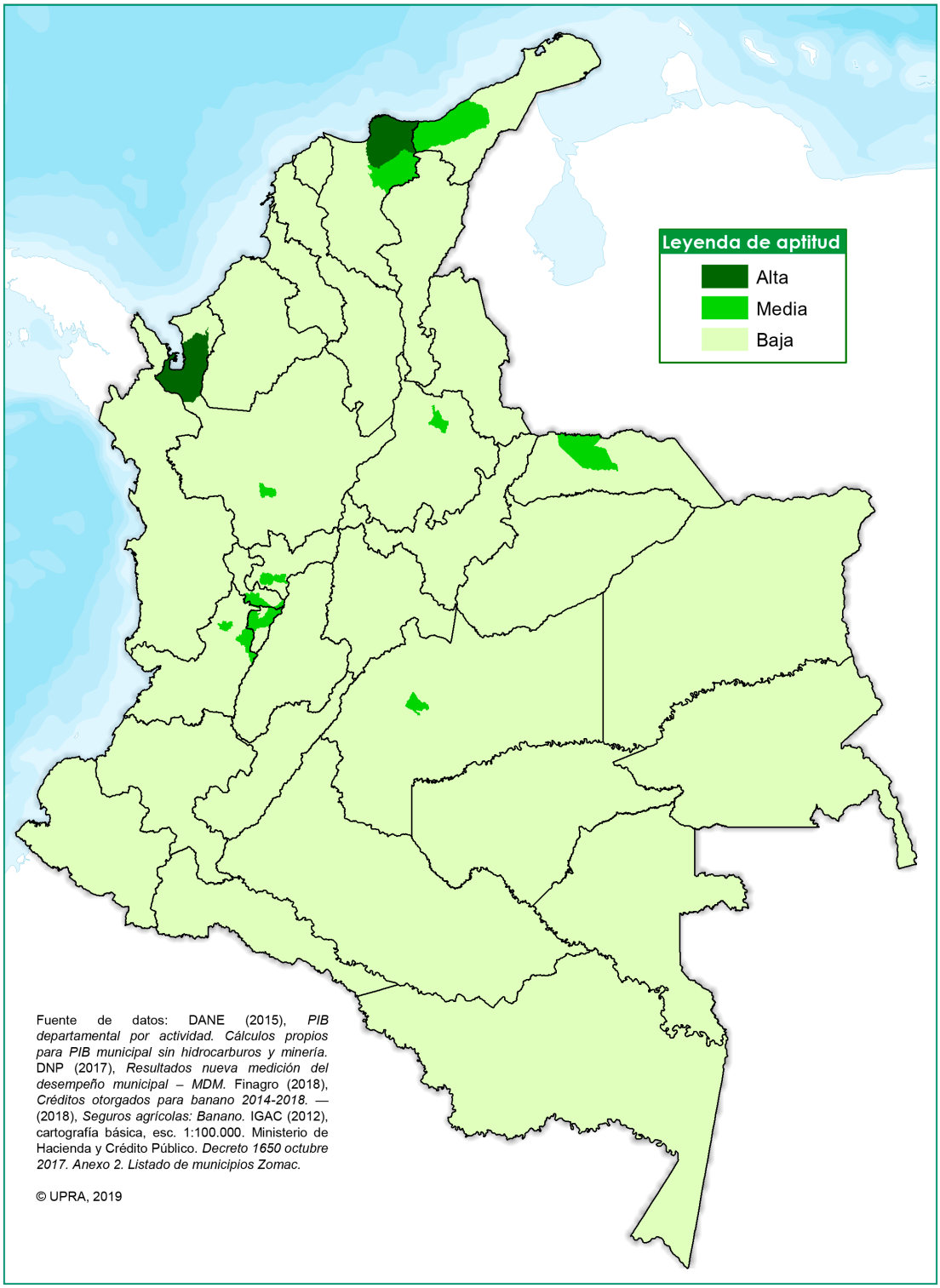
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para cada categoría se realizó una reclasificación numérica, la cual consiste en asignar un peso o valor en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Créditos otorgados	Millones de pesos	≥ 127	< 127	Sin créditos
Seguros agrícolas	Municipios	Con seguros	-	Sin seguros
Valor agregado agrícola municipal	Miles de millon s de pesos	> 160	46,1-160	< 46,1
ZOMAC (Zonas más afectadas por el conflicto armado)	Municipios	Declarados ZOMAC	Resto	-
Desempeño municipal	Puntaje	> 55	45-55	< 45

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



Fuente de datos: DANE (2015), *PIB departamental por actividad. Cálculos propios para PIB municipal sin hidrocarburos y minería.* DNP (2017), *Resultados nueva medición del desempeño municipal – MDM.* Finagro (2018), *Créditos otorgados para banano 2014-2018.* — (2018), *Seguros agrícolas: Banano.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. *Decreto 1650 octubre 2017. Anexo 2. Listado de municipios Zomac.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2011). *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total área 1985-2020*. Bogotá: DANE.
- _. (2015). *PIB departamental por actividad. Cálculos propios para PIB municipal sin hidrocarburos y minería.* Bogotá: DANE.
- DNP. (2017). Resultados nueva medición del desempeño municipal –MDM. Bogotá: DNP.
- _. (2018). *Portal Territata*. Recuperado de: <https://territata.dnp.gov.co/#/.>
- Finagro. (2018). *Créditos otorgados para banano 2014-2018.* Bogotá: Finagro.
- _ (2018). *Seguros agrícolas: banano*. Bogotá: Finagro.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC
- Minhacienda. (2017). Decreto 1650 de octubre de 2017. Anexo 2: listado de municipios Zomac. Bogotá: Minhacienda.
- Mintransporte. (2014). *Tramos red vial nacional y departamental.* Bogotá: Mintransporte.
- _. (2014). *Vías 4G.* Bogotá: Mintransporte.

3.4.1 Variable créditos otorgados

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: créditos otorgados	**UNIDAD DE MEDIDA:** millones de pesos	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Valor a precios 2018 de los créditos promedio año otorgados desde 2014 a nivel municipal, para el desarrollo y mejora del cultivo de banano que incluye el apalancamiento del capital de trabajo y proyectos de inversión. Están direccionados a personas naturales o jurídicas, para construir o mejorar los procesos de producción o comercialización, colocados en condiciones preferenciales Finagro a través de la banca comercial con presencia en los territorios. Las líneas especiales Finagro están subsidiadas en tasa de interés y respaldadas de manera colateral por el Fondo Agrícola de Garantías (FAG).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Orienta a los agentes económicos en sus decisiones de inversión sobre los lugares en donde se están solicitando y aprobando un mayor monto de créditos preferenciales para la producción de banano, lo que indica una tendencia en la lógica racional y de preferencia territorial de los inversionistas.

Busca darle mayor aptitud a aquellas zonas del país que tienen un mayor nivel de financiamiento con recursos de fomento del cultivo de banano, lo que permite dimensionar el apalancamiento financiero de una aglomeración productiva municipal, como factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones sobre la inversión.

Existe una relación directa entre los créditos otorgados y la aptitud del municipio. Municipios con mayor valor de créditos otorgados en un período de tiempo determinado, reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad agrícola, permitiendo que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir financiamiento.

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

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información de Finagro sólo tiene en cuenta los créditos otorgados a la cadena productiva de los recursos destinados para tal fin y canalizados por la banca pública (Banco Agrario de Colombia) y por la banca privada (redescuento), pero no incluye los créditos otorgados con recursos de captación de la banca privada (créditos comerciales).

La información sobre el lugar de colocación de créditos puede diferir del municipio donde finalmente se inviertan los recursos, así como la actividad específica, que va a financiar, puesto que puede apalancar actividades conexas de productores bananeros como también financiar actividades bananeras de agentes económicos no especializados en la actividad.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Finagro. 2018. Colocación de créditos otorgados para banano, 2014-2018.

2. Precisiones de la información.

Las cifras de créditos otorgados corresponden al valor promedio entre 2014 y 2018 traídos a valores 2018, para todos aquellos municipios que reportan información en el período de análisis. Para llevar los valores a precios 2018 se utilizaron los valores oficiales reportados por el DANE de inflación enero - diciembre de 2014 a 2017.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se calculó el promedio anual de créditos otorgados por municipio para el cultivo del banano en millones de pesos de 2018, para los años 2014 a 2018.

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 resultaron más del 5 % de datos atípicos, se decidió por utilizar el método de K-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Para la estimación de los rangos A1, A2 y A3 se utiliza la metodología de agrupamientos de las variables socioeconómicas que en este caso indica la necesidad de utilizar el método de K-medias.

El algoritmo de K-medias, como otros métodos de agrupamiento parten de una función de aprendizaje no supervisado donde no existen clases predefinidas y sus resultados están fuertemente determinados por el conjunto de datos disponibles y las medidas de similitud o distancia utilizadas para comparar datos. Se busca minimizar la distancia intra-clústeres y maximizar la distancia inter-clústeres, partiendo de la distancia como medida de similitud. Si d*[i,j]* > d[*i,k*] indica que el objeto i es más parecido a *k* que a *j*. El método de K-medias desarrollado por MacQueen (1967) se basa en un único parámetro (número de grupos), definido en este caso en tres, 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 tres 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.
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 clúster inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 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: i) evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers); ii) comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos; iii) 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 para la variable créditos otorgados el resultado fue 3 agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de 127 millones de pesos para banano; aptitud media (A2): municipios con menos de 127 millones de pesos para banano y aptitud baja (A3): municipios sin créditos para banano.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).



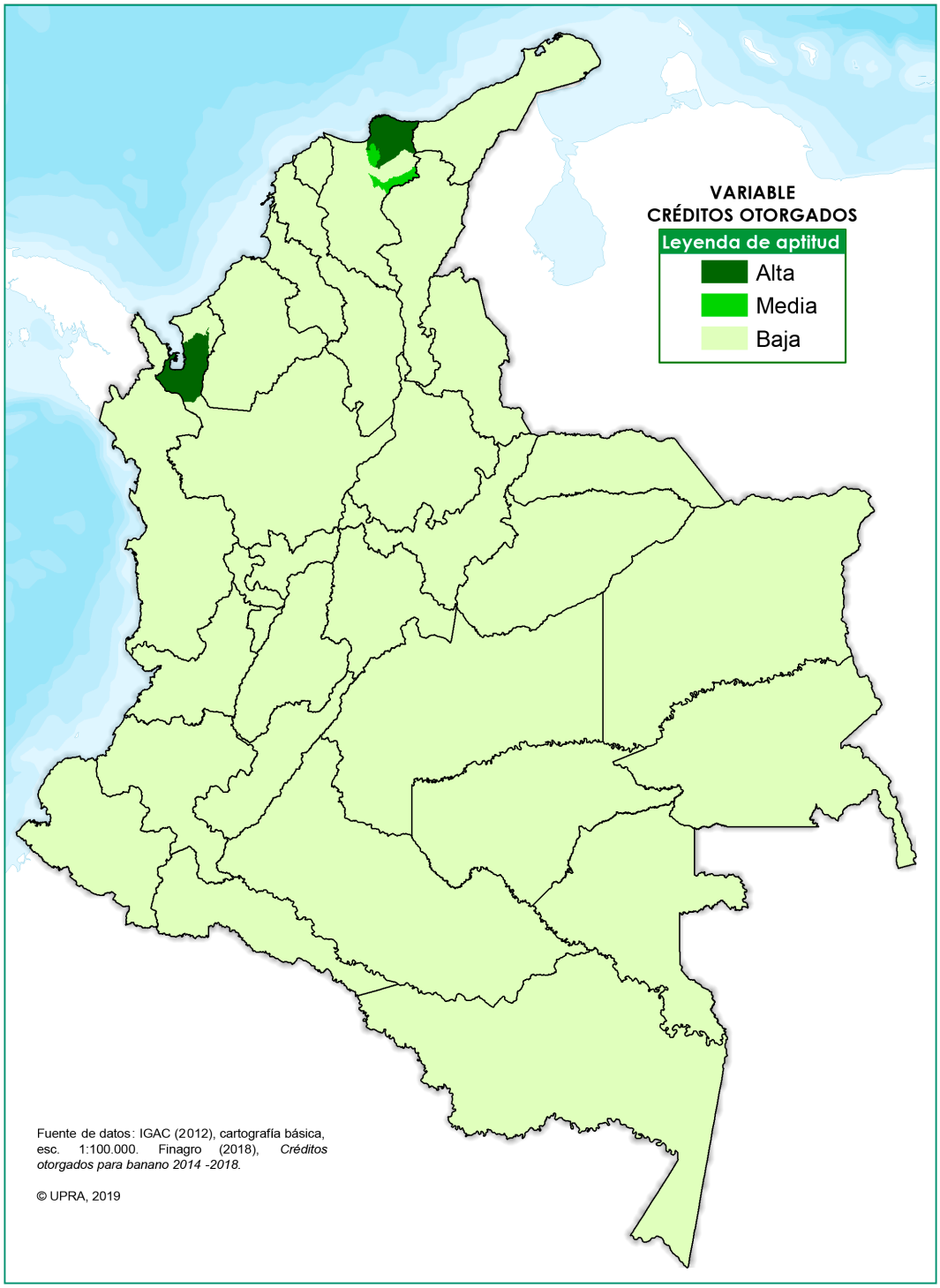
Créditos otorgados (Millones de pesos)	Aptitud
≥ 127	Alta (A1)
< 127	Media (A2)
Sin créditos	Baja (A3)



Unidad de análisis	Millones de pesos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO ASOCIATIVIDAD E INSTITUCIONALIDAD



FUENTES DE INFORMACIÓN

Finagro. (2018). *Créditos otorgados para banano 2014-2018.* Bogotá: Finagro

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

3.4.2. Variable seguros agrícolas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: seguros agrícolas	**UNIDAD DE MEDIDA:** municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Mide las áreas cubiertas por el mecanismo que permite a los productores agropecuarios proteger las inversiones efectuadas en las etapas de establecimiento y desarrollo del cultivo de banano, mediante una póliza que cubre los riesgos ajenos al control del tomador y que están relacionadas con riesgos naturales como exceso o déficit de lluvias, vientos fuertes, inundaciones, heladas, granizadas, deslizamientos y avalanchas y/o riesgos biológicos como plagas o enfermedades.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Busca darle mayor aptitud a aquellas zonas del país que han gestionado seguros agropecuarios, siendo esta una evidencia de incentivo a la producción y la adopción de buenas prácticas agrícolas y/o de manufactura, potencializando las asociaciones al poder tomar pólizas individuales o colectivas, y promoviendo la incorporación de mayores niveles de tecnología y asistencia técnica agropecuaria.

Indica al inversionista los lugares en donde existen previamente colocaciones de pólizas por parte del sector financiero, lo que le permite gestionar de mejor manera los riesgos no operativos de sus inversiones.

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 fuente de consulta identifica la expedición de seguros agrícolas para banano en determinados municipios y departamentos, pero no especifica si es banano de exportación. No se puede establecer qué tipo de productor

(pequeño, mediano o grande) tomó el seguro, si la póliza fue individual o colectiva, como tampoco se puede determinar contra qué tipo de riesgos naturales o biológicos se aseguró.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Se identifican los municipios en donde se ubican los proyectos productivos que tomaron seguros agrícolas para el cultivo de banano en el período 2015-2018.

2. Precisiones de la información.

Se consideran los municipios que reportaron cobertura de las pólizas por Finagro para el cultivo de banano, desde el año 2014 al 2018.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Para definir los rangos de aptitud se tiene en cuenta en qué municipio se expidió una póliza de seguro y en cuáles no.

4. Clasificación por aptitud.

Al realizar el procedimiento para la variable seguros agropecuarios se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con cobertura de seguros agrícolas y aptitud baja (A3): municipios sin cobertura de seguros agrícolas

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

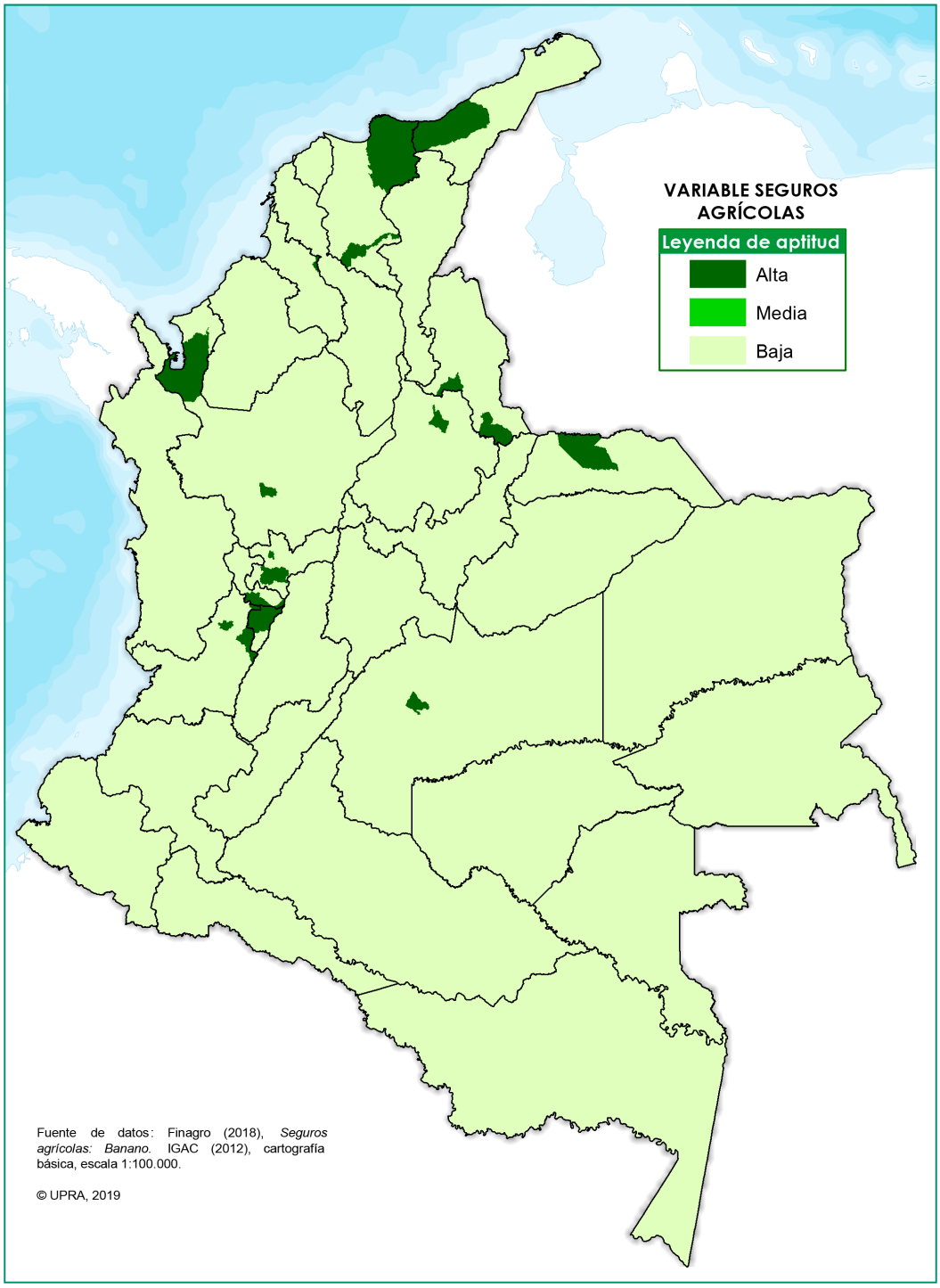
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Municipios	Aptitud
Con cobertura de seguro agrícola	Alta (A1)
Sin cobertura de seguro agrícola	Baja (A3)

Unidad de análisis	Municipios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Finagro. (2018). *Seguros agrícolas:* banano. Bogotá: Finagro.

3.4.3. Variable valor agregado agrícola municipal

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS			
VARIABLE: valor agregado agrícola municipal	**UNIDAD DE MEDIDA:** miles de millones de pesos		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Aproximación al valor generado por actividades agrícolas en un municipio, en función de su importancia relativa en el departamento al que pertenece. Se suma al valor agregado de la actividad cafetera (que normalmente tiene un lugar separado en las cuentas nacionales departamentales), el cálculo de otros productos agrícolas para estimar el valor agregado agrícola departamental.

Con el fin de llegar a una menor escala territorial y ser utilizado en la zonificación de aptitud, se toma el indicador de importancia económica municipal por rama de actividad económica del DANE, que evalúa la importancia relativa del municipio en el contexto sectorial del departamento al que pertenece y se extrapola dicha importancia en la generación del valor agregado sectorial del departamento. De esta manera se busca medir indirectamente el nivel de actividad agrícola del municipio de modo que pueda ser comparado con valores nominales de municipios de otros departamentos para que su evaluación, clasificación y orden jerárquico, sea nacional.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra a los agentes económicos los municipios que tienen un mayor valor agregado agrícola y por tanto son sujetos de economías de escala sectorial, de beneficios y estímulos estatales privilegiados (en lo agrícola), respecto del tratamiento económico que se le da como un todo.

A mayor valor agregado agrícola municipal, el municipio presenta mayor nivel de aptitud, puesto que su circuito económico local tiene un mayor dinamismo y posibilidad de encadenamiento sectorial. Aunque no es posible discriminar dentro de los valores agregados sectoriales los niveles de participación de cultivos específicos (en este caso banano de exportación), la transversalidad sectorial refleja lo verdaderamente agrícola que es un municipio sin dependencia de la presencia o no de otras actividades productivas como la minería extractiva y el petróleo que suelen distorsionar las mediciones en términos de participación porcentual.

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

En el análisis de la variable no se presentan límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Dado que se parten de mediciones sectoriales y territoriales de la escala nacional y departamental, es posible que algunos municipios con gran generación de valor agrícola se vean afectados por pertenecer a un contexto regional y departamental que no lo sea. Del mismo modo existe la posibilidad de que un municipio sin mayor relevancia en la generación de valor agrícola se sobredimensione por su ubicación regional en la que otros municipios aportan y suman gran producción departamental. En todo caso son precisamente estos fenómenos regionales y secto-territoriales los que se pretenden capturar. Como ya se mencionó la incapacidad para discriminar el valor generado por un producto en particular, aunque resulta una limitante, también incorpora la transversalidad del análisis sectorial que beneficia a todos los productos del sector agrícola.

Por otra parte, los métodos de estimación del valor agregado por ramas de actividad económica consideran cualquier transformación de materia prima como agregación de valor independientemente de su nivel de complejidad, por lo que algunas cadenas productivas en donde la transformación es requisito para su consumo o disfrute pueden ser contabilizadas en una rama no agrícola.

Finalmente se debe mencionar que las mediciones para un año específico, en este caso 2015, pueden haber incluido eventos esporádicos como inundaciones o condiciones climáticas adversas que llevan a tener un menor valor agregado agrícola de manera transitoria en un municipio.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2014. Resolución No. 1468.

DANE. 2015. Cuentas Nacionales Departamentales - PIB Departamental.

DANE. 2016. PIB departamental valor agregado municipal en el departamento, participación porcentual por ramas de actividad.

2. Precisión de la información.

Al no tener la distribución del PIB por sectores en cada municipio, esta se calculó de manera indirecta, a través de información de la participación económica del municipio en su departamento y de la suma de los valores departamentales de la producción de café y de otros productos agrícolas, para estimar la producción agrícola departamental. Finalmente se tomó este valor y se ponderó para cada municipio y departamento, obteniendo el valor estimado de la producción agrícola municipal, en niveles de miles de millones de pesos, lo que lo hace comparable a nivel nacional.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Se cuenta con la información para la totalidad de los municipios del país. La consistencia interna la ofrece el DANE en su propuesta metodológica del indicador de importancia económica municipal cuyo referente es el nivel departamental y su propuesta de cálculo de valor agregado sectorial a nivel departamental para todas las ramas de actividad económica.

La síntesis de las propuestas tanto para la importancia relativa municipal dentro del departamento como de producción sectorial departamental determina la potencialidad de cada municipio para generar valor agregado agrícola en su región, departamento y en el país y su calificación denota territorios con mayor ventaja competitiva de producir y generar ingresos provenientes del sector agrícola.

Siguiendo la metodología de evaluación de tierras, se evalúa la existencia de datos atípicos mediante el criterio estadístico de Tukey, que consiste en señalar como atípico aquel dato que se encuentra 1,5 veces el rango intercuartílico por encima del tercer cuartil o por debajo del primer cuartil. Es decir, un dato es atípico si se encuentra por fuera del intervalo:

$$[Q_1 - 1.5 * RI, Q_3 + 1.5 * RI]$$

Donde Q_1 y Q_3 son el primer y tercer cuartil de la distribución de los datos respectivamente y RI es el rango intercuartílico que corresponde a la diferencia Q_3 - Q_1. Dado que el resultado es que más del 5 % de datos atípicos la decisión es utilizar el método de K-medias.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Para la estimación de los rangos A1, A2 y A3 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 tres, 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 tres 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.
3. Dado que el algoritmo de K-medias busca minimizar la distancia interna (suma de las distancias de los datos de su centroide), se calcula para cada dato el cuadrado de las diferencias de este con los centroides de los clústeres inicialmente calculados (3) y se suman dichos valores para todos los datos del mismo clúster.
4. Se asigna cada elemento al clúster cuyo dato sea el mínimo de los 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: i) evaluar la existencia de clúster que solo están integrados por datos extremos (outliers); ii) comparar dos conjuntos de clúster alternativos evaluando su consistencia con los fenómenos socioeconómicos y iii) 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 para la variable Valor Agregado Agrícola Municipal (VAAM) el resultado fueron tres agrupamientos, a los que se le asignó la calificación de aptitud, de modo que los rangos quedan definidos de la siguiente manera: aptitud alta (A1): municipios con más de 160 mil millones de VAAM; aptitud media (A2): municipios entre 46,1 y 160 mil millones de VAAM y aptitud baja (A3): municipios con menos de 46,1 mil millones de VAAM.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

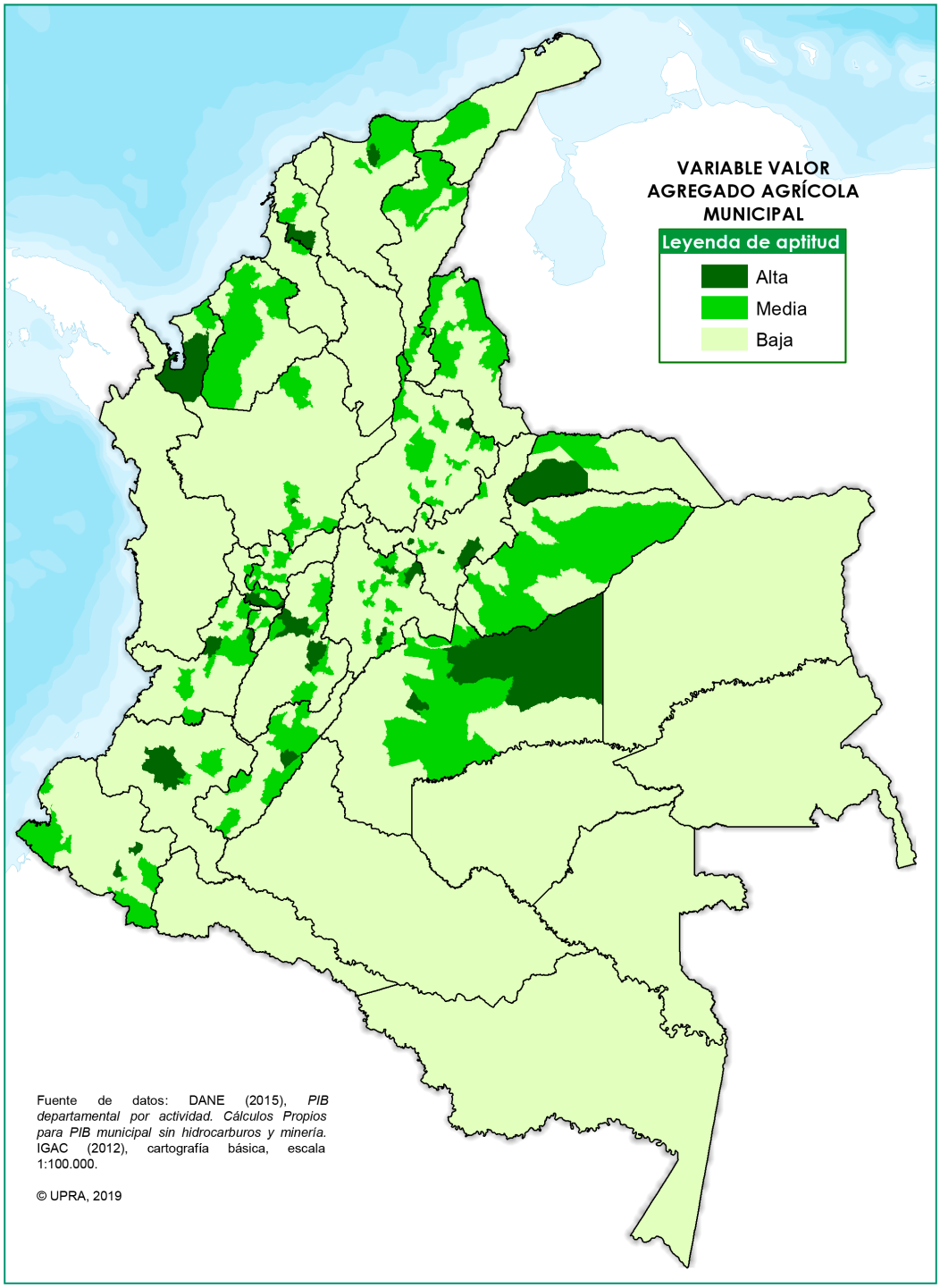
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Miles de millones de pesos	Aptitud
> 160	Alta (A1)
46,1-160	Media (A2)
< 46,1	Baja (A3)

Unidad de análisis	Miles de millones de pesos

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



Fuente de datos: DANE (2015), *PIB departamental por actividad. Cálculos Propios para PIB municipal sin hidrocarburos y minería.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2014). Resolución No. 1468 *"Por medio de la cual se actualiza la metodología de elaboración del indicador de importancia económica relativa municipal y los grados de importancia económica municipal, 2015".* Bogotá: DANE.
- _. (2015). PIB departamental por actividad. Cálculos propios para el PIB municipal sin hidrocarburos y minería. Bogotá: DANE.
- _. (2016). *PIB departamental valor agregado municipal en el departamento,* participación porcentual por ramas de actividad. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.4.4. Variable zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC)	**UNIDAD DE MEDIDA:** municipios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Estimulo tributario que se aplica a las zonas más afectadas por el conflicto armado, las cuales están constituidas por 344 municipios que son considerados como los más golpeados por la violencia.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Busca el fortalecimiento de la productividad y la competitividad, acelerando el crecimiento y el desarrollo con la creación de empresa y la generación de empleo, a través de incentivos a los empresarios mediante una tarifa especial y progresiva del impuesto de renta para los próximos 10 años (a partir del año 2017).

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

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Depende de la legislación y las decisiones de gobierno, lo que implica que los beneficios y estímulos tributarios podrían ser ampliados o revocados partiendo de decisiones políticas. Adicionalmente no existe forma en la que se pueda medir la manera en que están siendo aprovechados los incentivos y en que, actividades productivas se están concentrando.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Decreto Minhacienda No. 1560 de 2017. Listado de municipios.

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 competitiva.

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

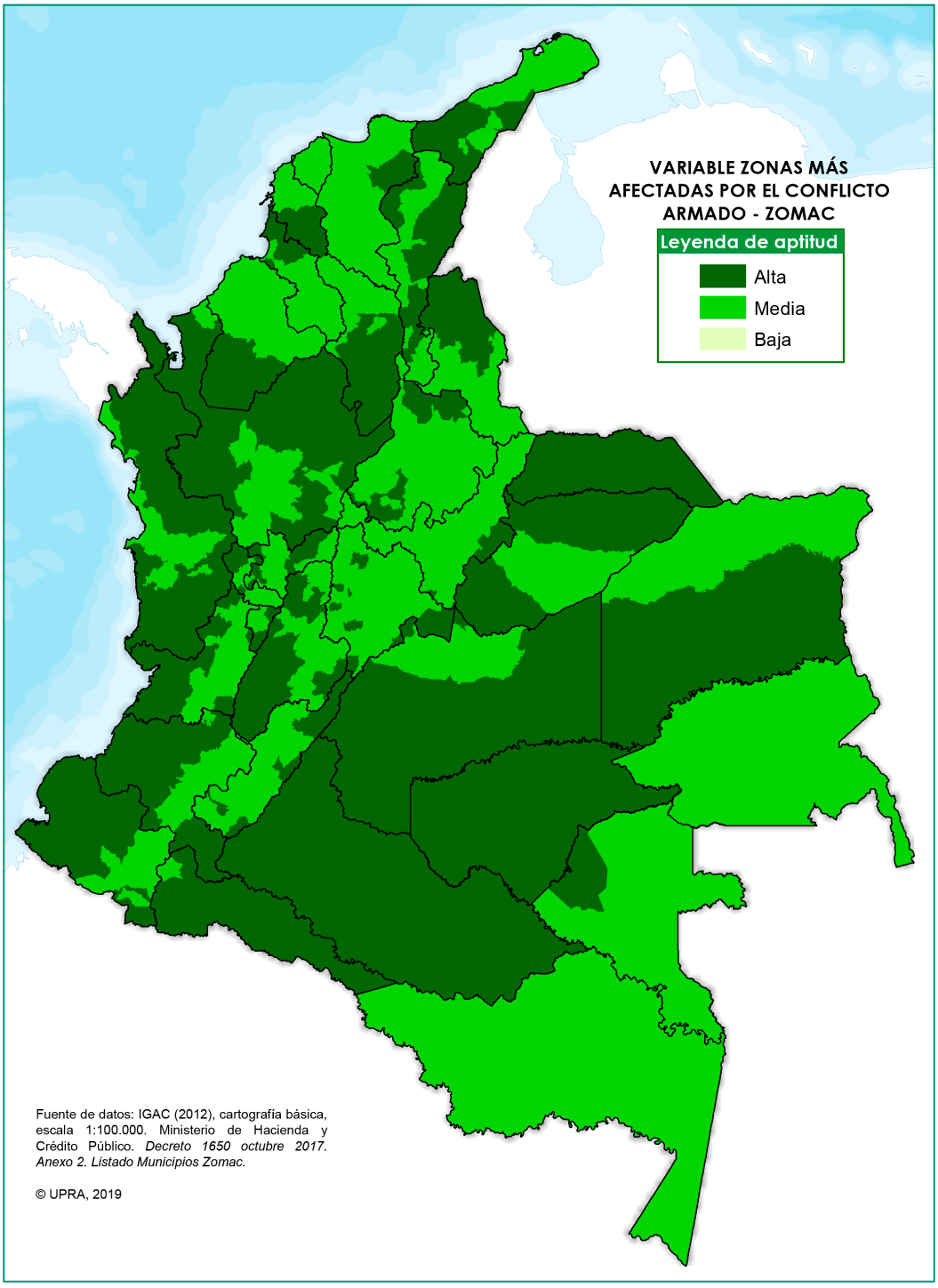
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1) y media (A2). Se excluye la posibilidad de que esta variable tome valores (A3).

Municipios	Aptitud
Municipios declarados ZOMAC	Alta (A1)
Resto	Media (A2)

Unidad de análisis	Municipios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

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

Minhacienda. (2017). *Decreto 1650. Por el cual se adiciona un artículo a la parte 1 del libro 1, la Sección 1 al Capítulo 23 del título 1 de la parte 2 del libro 1 y los anexos 2 y 3; al decreto 1625 de 2016, Único Reglamentario en Materia Tributaria, para reglamentar los artículos 236 y 237 de la ley 1819 de 2016. Listado de municipios ZOMAC.* Bogotá: Minhacienda.

3.4.5 Variable desempeño municipal

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS			
VARIABLE: desempeño municipal	**UNIDAD DE MEDIDA:** indicador de la medición del desempeño municipal (MDM)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		**Exclusión técnica**	
		Análisis jerárquico	✓
		Exclusión legal	
		Condicionante	

DEFINICIÓN

Esta variable mide y compara el desempeño municipal de las entidades territoriales entendido como capacidad de gestión y resultados de desarrollo (el aumento de la calidad de vida de la población), teniendo en cuenta sus capacidades iniciales, para incentivar una mejor gestión, calidad del gasto y la inversión orientada a resultados. (DNP, 2017).

Así mismo esta variable es una aproximación al diseño de políticas dirigidas al fortalecimiento de capacidades y al cierre de brechas territoriales, según la situación del indicador en cada municipio.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite determinar si el municipio cuenta con administraciones locales robustas con capacidades institucionales adecuadas para cumplir las diferentes tareas. Esta condición es necesaria para el desarrollo territorial, ya que toma especial importancia en escenarios como el actual, donde se busca un mayor fortalecimiento de la gestión descentralizada de las entidades regionales.

Así mismo, "hay evidencia de la relación existente entre mayores capacidades institucionales de los Gobiernos subnacionales, en especial aquellas relacionadas con la capacidad de recolectar impuestos y proveer servicios públicos, con mayor crecimiento económico y mejores resultados de desarrollo económico y social" (DNP, 2017); esta premisa es esencial para dinamizar e incentivar las actividades productivas agropecuarias en las zonas rurales del país.

En Colombia los estudios del DNP han demostrado que un mejor desempeño municipal se asocia con mejores resultados en otras dimensiones como, eficiencia en la provisión de servicios públicos, menores tasas de pobreza, y mayor competitividad, entre otros. Por ejemplo, el índice de ambiente regulatorio para creación de empresas - Doing Business - promovido por el Banco Mundial, tiene una correlación positiva y significativa con la nueva medición de desempeño municipal (DNP, 2017).

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

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se tienen limitantes a la evaluación de la variable como tal, sino que se precisa que este indicador es global por municipio, lo que significa que reúne zonas urbanas y rurales dado que evalúa la información por ente territorial.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DNP. 2017. Indicador de la Medición del Desempeño Municipal. Departamento Nacional de Planeación -DNP, Dirección de Descentralización y Desarrollo Regional.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

La variable desempeño municipal 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).

Este indicador MDM cuenta con algunas características y ventajas como:

- Este nuevo indicador nacional se lanzó en 2017, su primer año de medición fue 2016 y no es comparable con su antecesor el IDI.
- Esta medición permite la comparación entre grupos de municipios más homogéneos (definidos según un componente de capacidades iniciales) rankings al interior de grupos.
- El grupo de capacidades iniciales se calcula cada 4 años, con nuevos Gobiernos locales.
- La posición del municipio se calcula dentro de su grupo de capacidades iniciales (el último puesto es 218).
- Mide entre grupos de municipios con capacidades iniciales similares.
- Los indicadores de resultados están alineados con los Planes de Desarrollo Territorial para rendición de cuentas.
- Permite hacer comparaciones al interior de grupos más homogéneos que parten de una misma situación con condiciones (DNP, 2017).

Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Esta variable cuenta con la información para la totalidad de los municipios del país. La consistencia interna la ofrece el DNP a partir de la construcción metodológica que se describe a continuación.

La MDM está dividido en dos componentes y una categoría de agrupación como se muestra en la siguiente tabla

GESTIÓN
Movilización de recursos propios
Tributario + no tributario-Recaudo por instrumentos de OT (per cápita).
Recaudo por instrumentos de OT (Per cápita)..
Participación de los recursos propios en la inversión
Ejecución de recursos (25%)
Ejecución Sistema General de Participaciones.
Ejecución de recursos propios.
Ejecución otras fuentes.
Cumplimiento en el plazo inicial de los proyectos (SGR).
Gobierno abierto y trasparencia (25%)
Organización de la información.
Rendición de cuentas
Atención al ciudadano
Gestión de instrumentos de Ordenamiento Territorial (25%)
Recaudo predial efectivo
Uso de instrumentos de recaudo de Ordenamiento Territorial

RESULTADOS
Educación (25%)
Cobertura de educación media.
Pruebas SABER 11 matemáticas y lenguaje.
Cobertura de transición.
Salud (25%)
Mortalidad infantil.
Cobertura de vacunación pentavalente.
Cobertura de salud.
Servicios públicos (25%)
Cobertura de energia rural.
Penetración de internet
Cobertura de acueducto y alcantarillado
Seguridad y convivencia (25%)
Hurtos por 10.000 habitantes.
Homicidios por 10.000 habitantes.
Casos de violencia intrafamiliar por 10.000 habitantes.

COMPONENTES

(DNP, 2018)

El primero, está enfocado en la gestión, incluye las acciones y decisiones que adelanta la administración local que buscan transformar los recursos en un mayor bienestar de la población y desarrollo; en su interior se subdivide en 4 subcomponentes y todos con igual peso (25 %), estos son: i) movilización de recursos propios, ii) ejecución de recursos, iii) gobierno abierto y transparencia y iv) gestión de instrumentos de OT. Este componente a su vez reúne las siguientes 12 variables.

Movilización de recursos propios

Variable	Metodología	Fuente
Ingresos tributarios y no tributarios sin recaudo por OT per capita	**(Ingresos tributario y no tributarios*-recaudo por instrumentos de OT**/ población)** *1.1 Ingresos tributarios (**Código A1000-OEC**) + 1.2 Ingresos no tributarios (**Código A2000-OEC**). **Predial (**TI.A.1.3.1-FUT Ingresos**), Delineación Uraba (**TI.A.1.8-FUT Ingresos**), Valorización (**TI.A.2.3.1.1-FUT Ingresos**) y Plusvalía (**TI.A.2.3.2-FUT Ingresos**), correspondientes a la vigencia.	Operaciónes Efectivas de Caja-**OEC** (DNP), Formulario único Territorial-**FUT** y Dane
Recaudo por instrumentos de OT (per cápita)	**Recaudo total mediante los cuatro instrumentos de ordenamiento territorial (predial, delineación urbana, valoración y plusvalía)*/población total** *Predial (**TI.A.1.3.1-FUT Ingresos** Delineación Uraba (**TI.A.1.8-FUT Ingresos**), Valorización (**TI.A.2.3.1.1-FUT Ingresos**) y plusvalía (**TI.A.2.3.2-FUT Ingresos**), correspondientes a la vigencia.	**FUT** y DANE
Participación de los recursos propios en la inversión	**(Inversión financiada con recursos propios*/Inversión total del municipio**)** **"Ingresos corrientes de libre destinación excepto el 42% de libre destinación de propósito general" (**Fuente 100-FUT Inversión**), + Ingresos corrientes con destinación especifica-Recursos propios" (**Fuente 110- FUT Inversión**), el valor se toma de la columna "obligaciones" del formato gastos de inversión del FUT. **Se toma rubro "5.Gastos de Capital (Inversión)" de las **OEC**	**FUT** y Operaciones Efectivas de Caja- **OEC**

(DNP, 2018)

Ejecución de recursos

Variable	Metodología	Fuente
Ejecución Sistema General de Participaciones	Recursos obligados en la vigencia de la fuente SGP* / asignado total SGP para la vigencia** *Suma de las obligaciones con las fuentes descritas en la Tabla "Fuentes SGP" (siguiente diapositiva), registradas en el formato de Gastos de inversión del **FUT.** ** Asignaciones de la vigencia de **SICODIS**	**FUT** y SICODIS sicodis.dnp.gov.co/
Ejecución de recursos propios	**"Ingresos corrientes de libre destinación excepto el 42% de libre destinación de propósito general" (**Fuente 100- FUT Inversión**) + "Ingresos corrientes con destinación especifica-Recursos propios" (**Fuente 110-FUT Inversión**), el valor se toma de la columna "obligaciones" del formato gastos de inversión del FUT **Presupuesto definitivo del formato gastos de inversión del FUT de las mismas fuentes (**100 y 110**)	**FUT**
Ejecución de otras fuentes	**Recursos obligados otras fuentes/recurso presupuestado con otras fuentes*** *Se toman los valores de la columna "obligaciones" y de la columna "presupuesto definitivo", correspondientes a las fuentes con código referido en la tabla "Otras Fuentes" (**siguiente diapositiva**), registrados en el formato de gastos de inversión del FUT.	**FUT**
Cumplimiento en el plazo inicial de los proyectos de regalias (SGR)	**Cumplimiento de la programación inicial de los proyectos** -Promedio de los cuatro trimestres de año de la vigencia del componente 10, del GPR (Índice de Gestión de Proyectos de Regalias).	**FUT** https://www.sgr.gov.co/SMSCE/%C3%8DndicedeGesti%C3%B3ndeProyectosdeRegal%C3%ADas.aspx

(DNP, 2018)

Gobierno abierto y transparencia

Variable	Metodología	Fuente
Organización de la Información	¿Su municipio cuenta con Tablas de Retención Documental (TRD) elaborados y aprobados?	**Pregunta 1 "Gestión Documental" Gestión WEB**
	Para la gestión documental, ¿su municipio aplica las Tablas de Retención Documental TRD aprobados	**Pregunta 2 "Gestión Documental" Gestión WEB**
	¿Su municipio actualiza las Tablas de Retención Documental (TRD)? ¿Cada cuantos meses?	**Pregunta 3 "Gestión Documental" Gestión WEB**
Rendición de cuentas	Promedio de calificación obtenida en los 4 trimestres del año en el componente de Transferencia del índice de Gestión de Proyectos de Regalías (GPR). *Debe multiplicarse por 5 para que el indicador quede entre 0 y 100, pues la máxima puntuación que tienes es de 20. (Solo se mide en el caso de que el municipio tenga proyectos de regalías aprobadas).*	**SGR, IGPR de la página web** https://www.sgr.gov.co/SMSCE/%C3%8DndicedeGesti%C3%B3n de ProyectosdeRegal%C3%ADas.aspx
	¿En el plan de acción Anual está incluida la estrategia de rendición de cuentas?	**Pregunta 1 "Rendición de cuentas" Gestión WEB**
	¿La entidad pública los resultados de la consulta del proceso de rendición de cuentas, identificando las prioridades establecidas por los ciudadanos?	**Pregunta 8 "Rendición de cuentas" Gestión WEB**
Atención al ciudadano	¿La entidad cuenta con procesos o procedimientos de servicio al ciudadano documentados e implementados (peticiones, quejas, reclamos y denuncias, trámites y servicios)?	**Pregunta 11 "Servicio al Ciudadano" Gestión WEB**
	¿Incluyo el componente de Servicio al Ciudadano en el Plan Anticorrupción y de Atención al Ciudadano?	**Pregunta 1 "opcion 2 "Anticorrupción" Gestión WEB**

(DNP, 2018)

Gestión de instrumentos de Ordenamiento Territorial (OT)

Variable	Metodología	Fuente
Tasa efectiva de recaudo predial, por mil pesos de avaluo	**(Recaudo predial*/avaluó de los predios en la vigencia**)X.1000** *Se toma el concepto "Impuesto predial unificado vigencia actual" **(TI.A.1.3 columna "Total ingresos"-Ingresos FUT)** **Avaluo catastral reporte IGAC. **Proximamente en Terridata.**	FUT e IGAC
Uso de instrumentos de OT	**Número de instrumentos de ordenamiento territorialque usa la Entidad Territorial*** *Predial (TI.A.1.3.1-FUT Ingresos) y Plusvalía (TI.2.3.2-FUT Ingresos). correpsondiente a la vigencia. Si recaudó por dichas fuentes, se considera que utilizó el instrumento (su puntuación es 1 para el instrumento), en tal sentido el máximo valor será 4 y el menor 0.	FUT

(DNP, 2018)

El segundo componente, resultados, permite saber si las acciones realizadas en el período evaluado tuvieron incidencia en el bienestar para la comunidad y desarrollo territorial, mide los cambios en las condiciones de vida con relación al acceso ciudadano a educación, salud, servicios públicos, seguridad y convivencia familiar. Este componente reúne las siguientes 14 variables.

Educación

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura en educación media neta	Estudiantes matriculados en educación media en el rango de edad aceptable / Población de municipio en dicho rango de edad de la vigencia.	Min, Educación, disponible en **Terridata**
Cobertura en transición media neta	Estudiantes matriculados en transición en el rango de edad aceptable/Población del municipio en dicho rango de edad de la vigencia.	Min. Salud, disponible en **Terridata**
Pruebas Saber 11 matematicas y lectura crítica	Puntaje promedio estudiantes residente del municipio en las secciones de matemáticas y lectura crítica de las pruebas Saber 11 de la vigencia.	Min. Salud, disponible en **Terridata**

(DNP, 2018)

Salud

Variable	Metodología	Fuente
Mortalidad infantil, menores de un año	Fallecidos menores de un año por mil nacidos vivos en la vigencia anterior. (Un año de rezago)	DANE, disponible en **Terridata**
Cobertura de vacunación pentavalente	Menores de un año en un municipiocon la tercera dosis aplicada. de vacuna pentavalente / Población total menor de un año a vacunarse de la vigencia.	Min. Salud, disponible en **Terridata**
Coberturan en salud	Número de afiliados registrados en la BDUA en los regimenes contributivo y subsidiado a diciembre/proyección población DANE de municipìosde la vigencia.	Min. Salud, disponible en **Terridata**

(DNP, 2018)

Servicios públicos

Variable	Metodología	Fuente
Cobertura energía, zona resto	Viviendas con acceso a red interconectada sobre total viviendas de la vigencia anterior. (Un año de rezago)	UPME, disponible en **Terridata**
Penetración de internet (Banda Ancha Residencia)	Casos de homicidios por cada 10.000 habitantes.	MINTIC, disponible en **Terridata**
Coberturan de acuerdo y alcantarillado*	Casos de violencia intrafamiliar por cada 10.000 habitantes.	REC - SSPD, disponible en **Terridata**

(DNP, 2018)

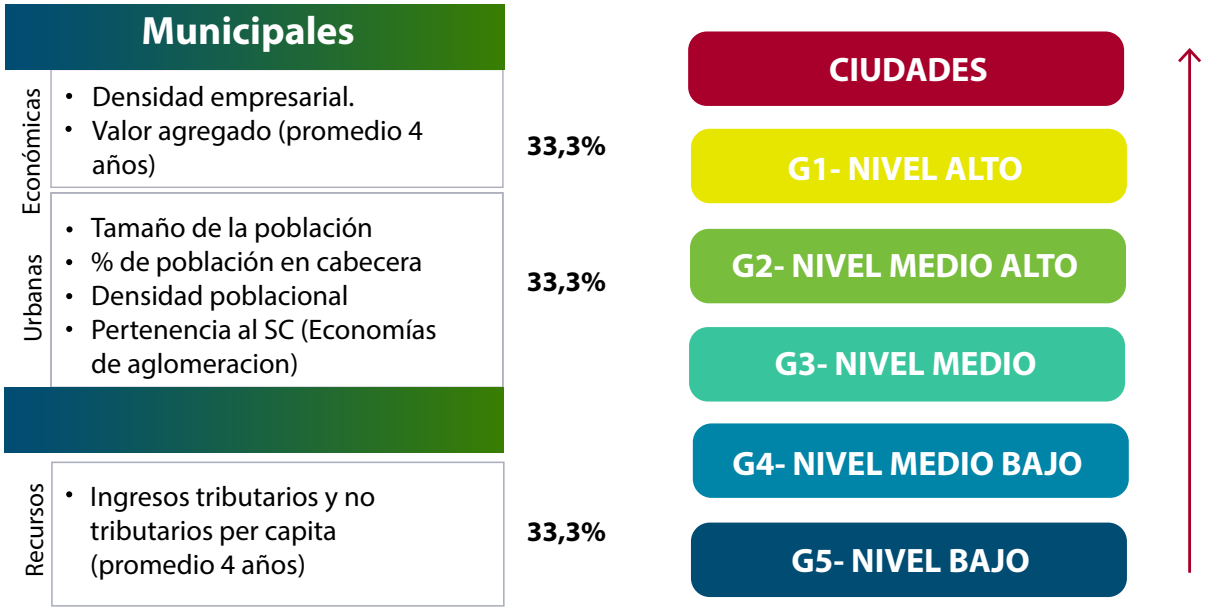
Seguridad y convivencia

Variable	Metodología	Fuente
Hurtos por 10.000 habitantes	Casos de hurtos reportados por cada 10.000 habitantes	Ministerio de Defensa, Población DANE, disponibles en Terridata
Homicidios por cada10.000 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.	

(DNP, 2018)

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 ello se definieron tres dimensiones: a) la actividad económica, b) las características demográficas y geográficas urbanas y c) los recursos propios del ET (tributarios y no tributarios). Lo que permite la conformación de 6 grupos de municipios, como se muestra en la siguiente ilustración.

Grupos comparables por nivel de capacidad inicial



(DNP, 2018)

Para la estimación de las capacidades iniciales se utiliza el promedio de las variables (de la anterior ilustración) de los cuatro años del Gobierno saliente (2011-2015), y se estandarizan los indicadores entre todos los municipios. Luego se define un índice de 0 a 1, donde 1 representa a aquellos municipios con mayor dinamismo económico (mayor valor agregado y mayor densidad empresarial), altamente urbanos y con los mayores recursos corrientes, y 0 para sus respectivas contrapartes.

4. Clasificación de los municipios por aptitud.

Para determinar los rangos de aptitud para el ejercicio de evaluación de tierras se asumió la calificación del Indicador de Desempeño Municipal (MDM) que elaboró el DNP a partir de la metodología de agregación del indicador, que consiste en comparar los dos últimos años para los componentes de Gestión y Resultados, de la siguiente manera:

Municipio

Componente	Año	Puntaje
Gestión	2018	50
Resultados	2017	65
	2018	70

1. Se calcula el cambio del año con respecto al anterior para el componente de resultados (que muestra el bienestar de la población).

Puntaje del Componente de Resultados:

2017 : 65 < 2018 : 70 → Hubo un aumento, pasó de 65 en 2017 a 70 en 2018.

$$\frac{100 + 70}{100 + 65} = \frac{170}{165}$$

1,03

2. Luego se multiplica el resultado obtenido por el puntaje del componente de gestión del último año:

$$Puntaje\ comp.de\ gestión * Cambio\ comp.resultados = \boldsymbol{Indicador\ MDM}$$
$$50 * 1{,}03 = \mathbf{51{,}1}$$

3. Finalmente, con el valor del indicador MDM (51.1) se clasifican los rangos de aptitud según, aptitud alta (A1): municipios con un puntaje mayor a 55 puntos; aptitud media (A2): municipios con un puntaje entre 45 puntos y 55 puntos; aptitud baja (A3): municipios con un puntaje menor a 45 puntos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

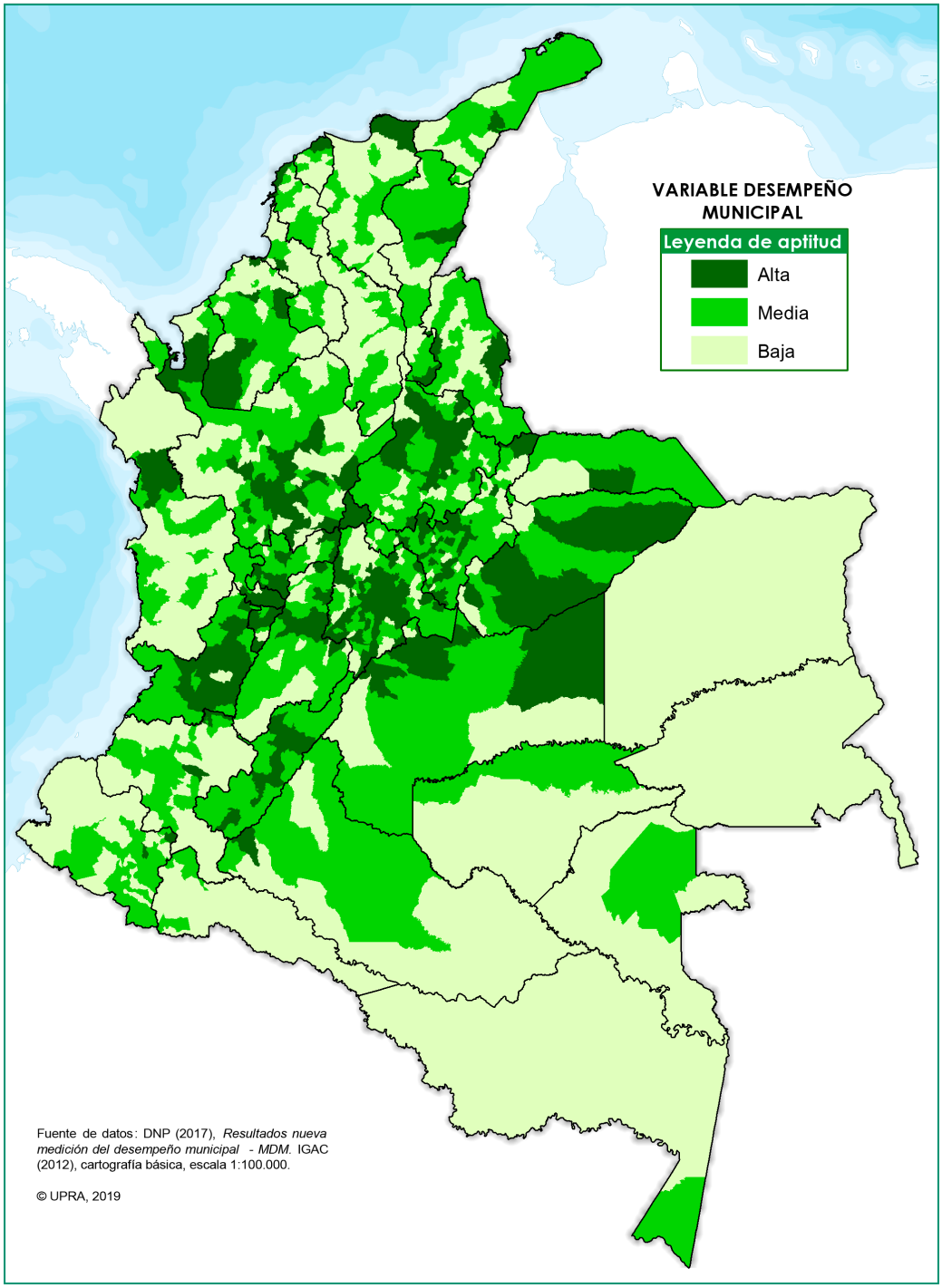
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud alta (A1); media (A2) y baja (A3), según los resultados de la Medición de Desempeño Municipal (MDM) del Departamento Nacional de Planeación (DNP) para el año 2017.

Indicador de la Medición del Desempeño Municipal (MDM)	Aptitud
> 55 puntos	Alta (A1)
45-55 puntos	Media (A2)
< 45 puntos	Baja (A3)



Unidad de análisis	Indicador de la Medición del Desempeño Municipal (MDM).
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2017). *Informe de resultados 2017.* Recuperado de: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/MDM/Resultados_MDM_.2017.pdf
- _. (2017). *Indicador de medición del desempeño municipal.* Dirección de Descentralización y Desarrollo Regional. Serie 2017. Bogotá: DNP.
- _. (2018). *Nueva Medición del Desempeño Municipal (MDM).* Bogotá: DNP.
- _ (2019). *Conoce el desempeño de tu municipio.* Manual del Ciudadano. Bogotá: DNP.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.5. Criterio dinámica del mercado de tierras

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Tamaño predial, expresado como predios.
- Tendencia a la formalidad, expresada como predios.
- Avalúo catastral rural, expresado en pesos/ha.

DEFINICIÓN

Busca mostrar el impacto del tamaño, la formalidad y el precio de los predios a través de la utilización del avalúo catastral como un proxi de su tendencia y la presión del cambio de uso a otros distintos al agropecuario, en la actividad agrícola, con el fin de focalizar las inversiones en este sector.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite orientar al productor o inversionista sobre las posibilidades de acceso a la tierra, a través de compra, para el desarrollo rentable de la actividad productiva. Además, entrega una presunción de predios que pueden brindar seguridad al acceso de derechos de propiedad a un nuevo actor, de sus posibilidades de acceso a la tierra, o a los ya propietarios, para que puedan ampliar sus áreas productivas y así ser más competitivos.

Un productor busca predios de un tamaño óptimo para la actividad, formales, que no tenga la presión del cambio de uso a usos urbanos y económicos, 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 2018, parte de información desactualizada en la mayoría de los municipios.

Asimismo, la desactualización de la información, limita los análisis realizados de formalidad, ya que la fuente es la misma, los registros 1 y 2 de los catastros nacionales.

También se limita por la existencia de zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por ende, no hay información física, económica, ni jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos.

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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El criterio se construyó a partir de las variables que lo componen, calificando por el más limitante. Las variables califican los municipios según categorías de aptitud así: aptitud Alta (A1); aptitud media: (A2) y aptitud baja (A3).

Criterio de calificación	Aptitud
Municipios con todas las variables en A1	Alta (A1)
Municipios A2 en cualquier variable que no tenga A3	Media (A2)
Municipios A3 en cualquier variable	Baja (A3

)

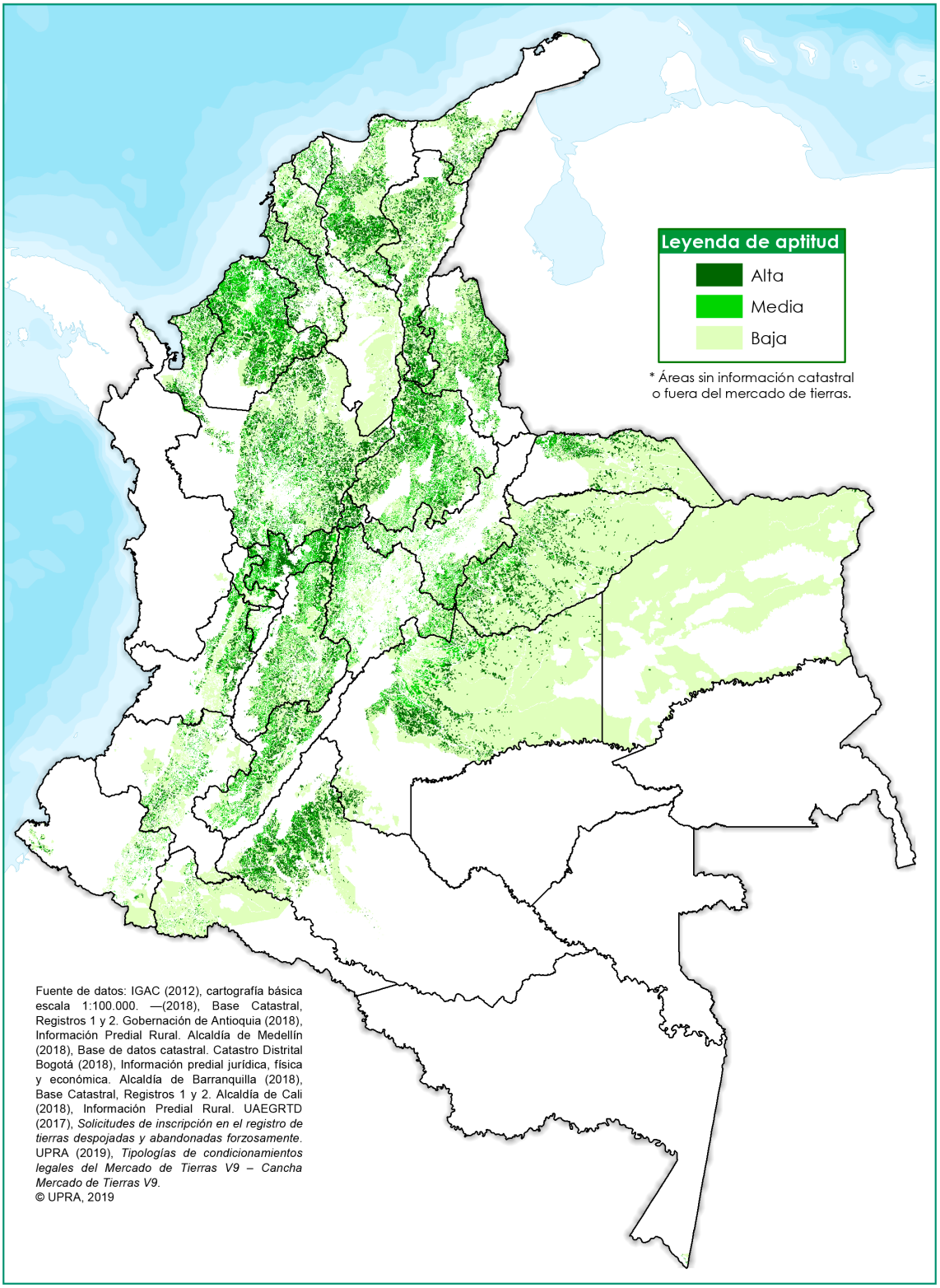
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variables	Unidad de medida	Aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Tamaño predial	Predios	50 - 400 ha	3 - 50 ha	< 3 y > 400 ha
Tendencia a la formalidad	Predios	Con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	-	Sin interrelación catastro- registro; predios sin matrícula inmobiliaria; predios con falsa tradición; predios con mejoras y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente
Avalúo catastral rural	Pesos/ha	< 8 millones	8 - 16 millones	> 16 millones

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica escala 1:100.000. —(2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2018), Información Predial Rural. Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2018), Información predial jurídica, física y económica. Alcaldía de Barranquilla (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Alcaldía de Cali (2018), Información Predial Rural. UAEGRTD (2017), *Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente*. UPRA (2019), *Tipologías de condicionamientos legales del Mercado de Tierras V9 – Cancha Mercado de Tierras V9*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Barranquilla. (2018). *Base catastral, registros 1 y 2.*
- Alcaldía de Cali. (2018). *Información predial rural.*
- Alcaldía de Medellín. (2018). *Base de datos catastral.*
- Catastro Distrital Bogotá. (2018). *Información predial jurídica, física y económica.*
- _. (2016). *Información predial jurídica, física y económica.*
- Gobernación de Antioquia. (2018). *Información Predial Rural Antioquía.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2014). *Base catastral, Registros 1 y 2.* Bogotá: IGAC.
- _. (2016). *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. Recuperado de: < https://www.upra.gov.co/documents/ 10184/ 13821/ NTO + PRODUCTIVO+Y+SOCIAL+DE+LA+PROPIEDAD+RURAL+%28RESOLUCI%C3%93N+128+DE+2017+DEL+MADR%29/ af61b286-7e3e-447e-aebd-5c892b5bb407>
- UAEGRTD. (2017). *Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.*
- Unidad de Planificación Rural agropecuaria –UPRA-. (2019). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V9. Bogotá: UPRA.

3.5.1. Variable tamaño predial

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS		
VARIABLE: tamaño predial	**UNIDAD DE MEDIDA:** predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Superficie de terreno en rangos de tamaños definidos, de acuerdo con las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva.

Para efectos de la presente zonificación de aptitud, se considera el tamaño de los predios, asignada a partir de la información catastral vigente con información predio a predio del ámbito rural (IGAC, 2016).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en los costos de producción, los cuales impactan la competitividad del cultivo. Los costos de producción están asociados a la economía de escalas, la cual a su vez tiene una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.

Por tratarse de una explotación tecnificada con destino industrial, a mayor extensión del predio, se mejoran las condiciones de competitividad de esta actividad agrícola.

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

En el análisis de la variable no se presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La fuente de información para la medición de la variable es la base predial del IGAC, que en muchos municipios esta desactualizada; no cuenta con datos para 84 municipios.

Las áreas registradas en el catastro en la mayoría de casos corresponden a las indicadas en los títulos de dominio, bajo la figura de cuerpo cierto, y no a la superficie real sobre la cual se ejerce dominio o posesión.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000,

IGAC. 2018. Base predial, registros 1 y 2, vigencia 2018.

2. Precisiones de la información.

Para la definición del tamaño tipo de los predios rurales a nivel municipal, se tuvieron en cuenta únicamente los predios con destino económico agropecuario, los cuales representan el 81,89 % de la base total del predial municipal de 2018 y el 90,29 % del área total registrada en el catastro.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información.

Los puntos de corte para las categorías de aptitud se definieron teniendo en cuenta la información de profesionales vinculados a la producción de banano de exportación, buscando que estas áreas reflejen las mínimas productivas y sean representativas del actual desarrollo de la actividad. Dicha área es suficiente para dejar al productor un equivalente de dos salarios mínimos mensuales legales vigentes, cálculo que se realiza para la fecha de este ejercicio.

Como una forma de dar soporte y validar lo antes expuesto y con el fin de poder proponer también un área máxima predial para el desarrollo rentable de la actividad, se realizó el siguiente ejercicio: se cruzaron las bases de datos entregadas por Augura con las bases catastrales del IGAC y catastros descentralizados, esto permitió evidenciar áreas promedio, modas y máximas de los predios sembrados de banano en el país actualmente. Con base en esta información se determinó el área de 400 hectáreas como máxima, que corresponde al predio más grande sembrado en el país actualmente en banano de exportación; este dato se calcula para determinar un

límite superior en el área predial, con base en la presunción de que los costos de producción de predios grandes incrementarían tanto, que no serían óptimos para el desarrollo competitivo de la actividad.

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 V9, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario.

Estos condicionamientos legales establecen, 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 los territorios excluidos o fuera del mercado de tierras, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias. Ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter de inalienables.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos Indígenas
Comunidades Negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
Parques Nacionales Naturales
Área única Natural
Santuario de Flora
Santuario de Flora y Fauna
Vía Parque
Reserva Natural
Áreas protegidas registradas en el RUNAP
Parque Natural Regional
Áreas Arqueológicas
AMEM PRESERVACIÓN (Áreas de Manejo Especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2a Categoría A
Páramos

4. Clasificación por categoría de aptitud.

El tamaño de los predios rurales se definió de acuerdo a los siguientes rangos de aptitud: aptitud alta (A1): mayor de 50 ha y menor de 400 ha; aptitud media (A2): entre 3 ha y 50 ha, y aptitud baja (A3): menor de 3 ha y mayor de 400 ha.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos adoptados para la espacialización de los valores de la variable se clasificaron de acuerdo al grado de aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Predios	Aptitud
50 - 400 ha	Alta (A1)
3 - 50 ha	Media (A2)
< 3 y > 400 ha	Baja (A3)

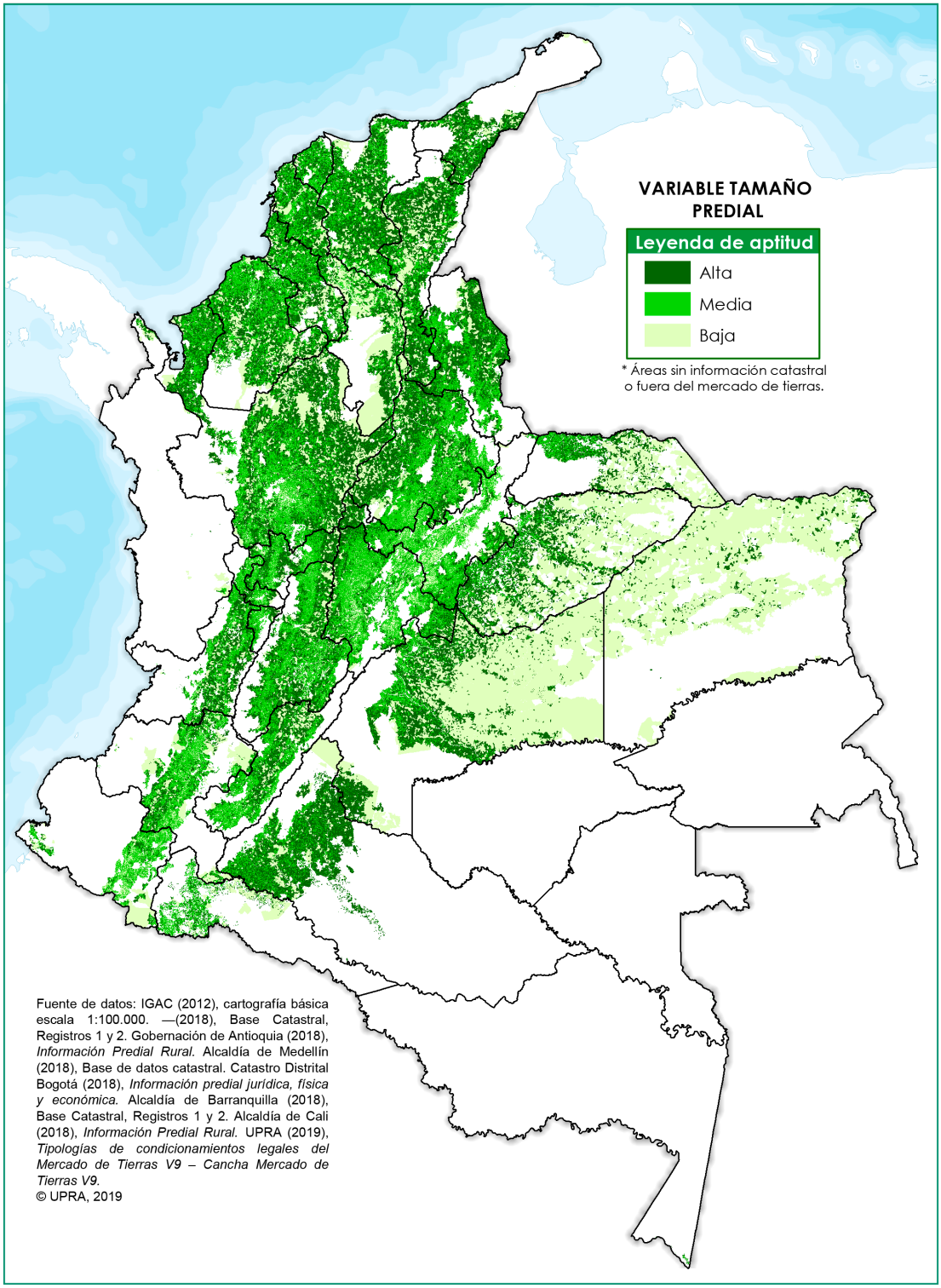


Unidad de análisis	Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica escala 1:100.000. —(2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2018), *Información Predial Rural.* Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2018), *Información predial jurídica, física y económica.* Alcaldía de Barranquilla (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Alcaldía de Cali (2018), *Información Predial Rural.* UPRA (2019), *Tipologías de condicionamientos legales del Mercado de Tierras V9 – Cancha Mercado de Tierras V9.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía de Barranquilla. (2018). *Base catastral, registros 1 y 2.*
- Alcaldía de Cali. (2018). *Información predial rural.*
- Alcaldía de Medellín. (2018). *Base de datos catastral.*
- Catastro Distrital Bogotá. (2018). *Información predial jurídica, física y económica.*
- Gobernación de Antioquia. (2018). *Información Predial Rural.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2018). *Base Catastral, Registros 1 y 2.* Bogotá: IGAC.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. UPRA. (2019). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias¬ -V9. Bogotá: UPRA.

3.5.2. Variable tendencia a la formalidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS		
VARIABLE: tendencia a la formalidad	**UNIDAD DE MEDIDA:** predios	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Conjunto de situaciones inmobiliarias, técnicas y jurídicas sobre la propiedad de los predios tanto públicos como privados, que proporciona seguridad jurídica a la misma, acorde al principio constitucional del derecho a la propiedad privada.

Por el contrario, «la informalidad puede ser legal o ilegal, o estar en una frontera ambigua entre ambas. La inestabilidad e irregularidad de los ingresos en el sector informal de trabajo, activa una lógica particular de los circuitos monetarios y formas de intercambio en los mercados informales, basada precisamente en la confianza» (UPRA, 2015).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Contribuye al sector brindando una 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 cuáles pueden presentar algunas o muchas dificultades, al suministrar información sobre la seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad, pudiendo propiciar el aumento a los incentivos para invertir y facilitar el acceso al crédito y beneficios agropecuarios.

Los derechos de propiedad incentivan el uso eficiente de la tierra y las inversiones, porque reducen las asimetrías de la información y facilitan las transacciones en los mercados financieros (Cepal, 2003).

«La seguridad y accesibilidad a los derechos de propiedad sobre la tierra afectan el crecimiento económico de distintas maneras debido principalmente a que: (i) la seguridad aumenta los incentivos para invertir y facilita el acceso al crédito; y (ii) la dificultad en el acceso o inequidad en la distribución de la tierra reduce la productividad en agriculturas rudimentarias (Deininger, 2003)» (UPRA, 2015).

Sin la propiedad jurídica sobre la tierra, los productores rurales tienen poco o ningún acceso al crédito y servicios agropecuarios. La inestabilidad que ocasiona la informalidad de la tenencia, potencia la vulnerabilidad, el riesgo social y los conflictos sociales, económicos y políticos, especialmente en las áreas rurales.

VALOR DE EXCLUSIÓN SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO

El análisis de la variable no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Existen zonas del país, donde aún no cuentan con procesos de formación catastral; por ende, no se cuenta con información y los polígonos se representarán cartográficamente en blanco. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, reportados en la página del IGAC para la vigencia 2017, en el estado de la gestión catastral rural.

Municipios reportados en el SIGOT-2018 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 con la inscripción de los títulos en registro y catastro, y la falta de interrelación entre el catastro y registro, dificulta que los predios cuenten con la información jurídica actualizada en las bases de datos para realizar este tipo de ejercicios.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

Alcaldía de Medellín. 2016. Base de datos catastral.

Catastro Distrital Bogotá. 2016. Información predial jurídica, física y económica.

Gobernación de Antioquia. 2016, Predial rural Antioquía.

IGAC. 2014. Predios sin interrelación catastro registro, predios con falsa tradición.

IGAC. 2016. Base predial registros 1 y 2, vigencia 2016.

Unidad Administrativa Especial de Gestión de Restitución de Tierras Despojadas (URT). 2017. Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos), hacen referencia a las solicitudes con resolución de inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

2. Precisiones de la información.

«La informalidad en el país se presenta en ocupaciones sobre terrenos públicos, en posesiones sobre predios ajenos, títulos no registrados, sucesiones ilíquidas, en falsas tradiciones o en posesiones. Al observar los datos del Programa de formalización de la propiedad rural de Minagricultura, el 48 % de los 3.946.376 predios rurales que están inscritos en el catastro nacional, no tiene títulos formales» (UPRA, 2015).

Del dato anterior se evidencia un alto porcentaje de predios rurales que no tienen título de propiedad válido registrado.

Las variables para determinar que los predios tienen una presunta formalidad fueron:

- Predios que en las bases tienen matrícula inmobiliaria y que no cumplen ninguna de las demás variables.
- Predios que en la base catastral no poseen una matrícula inmobiliaria.
- Predios identificados en la base catastral 2014 que no tienen interrelación catastro registro.
- Predios identificados con "Mejoras en predio ajeno" dentro de la base catastral.
- Predios identificados en la base 2014 con falsa tradición.
- Predios con Resolución de inscripción en el registro 1 Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.

El argumento considerado para identificar dentro de la base catastral los predios con tendencia a ser informales, es que presentaran alguna de las variables descritas en los numerales del 2 al 6, mientras por exclusión, los primeros serían los que se pueden considerar como formales según las bases.

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 formalidad 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 con mejoras, falsa tradición y predios con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente, que evidencian directamente, inconvenientes jurídicos con su titulación y, por ende, se considera que es más probable que tengan problemas en sus condiciones jurídicas y no garantizan seguridad jurídica al productor.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para este proceso se hace la selección de la base de datos empezando por los predios que tienen mejoras, no interrelacionan en las bases de catastro y registro, predios con falsa tradición, ya que estos son predios que tiene un inconveniente en su titulación y deben necesariamente pasar por un proceso judicial para poder volver a la formalidad; luego se seleccionan los predios que no tienen matrícula inmobiliaria, y finalmente quedan los demás predios que se presumen formales.

Se incluye la información de la URT, de los predios que se encuentran marcados con el 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; y por último los que tienen estado F (final) corresponden a aquellos que se encuentran en etapa judicial y ya cuentan con sentencia.

Adicionalmente, y con el fin de mostrar los predios que permitan una forma eficiente de acceso, se marcan los predios identificados como excluidos del mapa de Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias V9, clasificando estos predios como en aptitud baja (A3), pero mostrándolos gráficamente en color blanco, para facilitar la lectura del usuario, son los siguientes:

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos Indígenas
Comunidades Negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
Parques Nacionales Naturales
Área única Natural
Santuario de Flora
Santuario de Flora y Fauna
Vía Parque
Reserva Natural
Áreas protegidas registradas en el RUNAP
Parque Natural Regional
Áreas Arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de Manejo Especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2a Categoría A
Páramos

Estos condicionamientos legales, permiten establecer, dónde es permitido, condicionado – restringido, o prohibido, efectuar transacciones sobre predios rurales de forma libre y autónoma de acuerdo con la constitución colombiana y las leyes vigentes. Los territorios excluidos o fuera del mercado de tierras, son todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias, ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter de inalienables.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

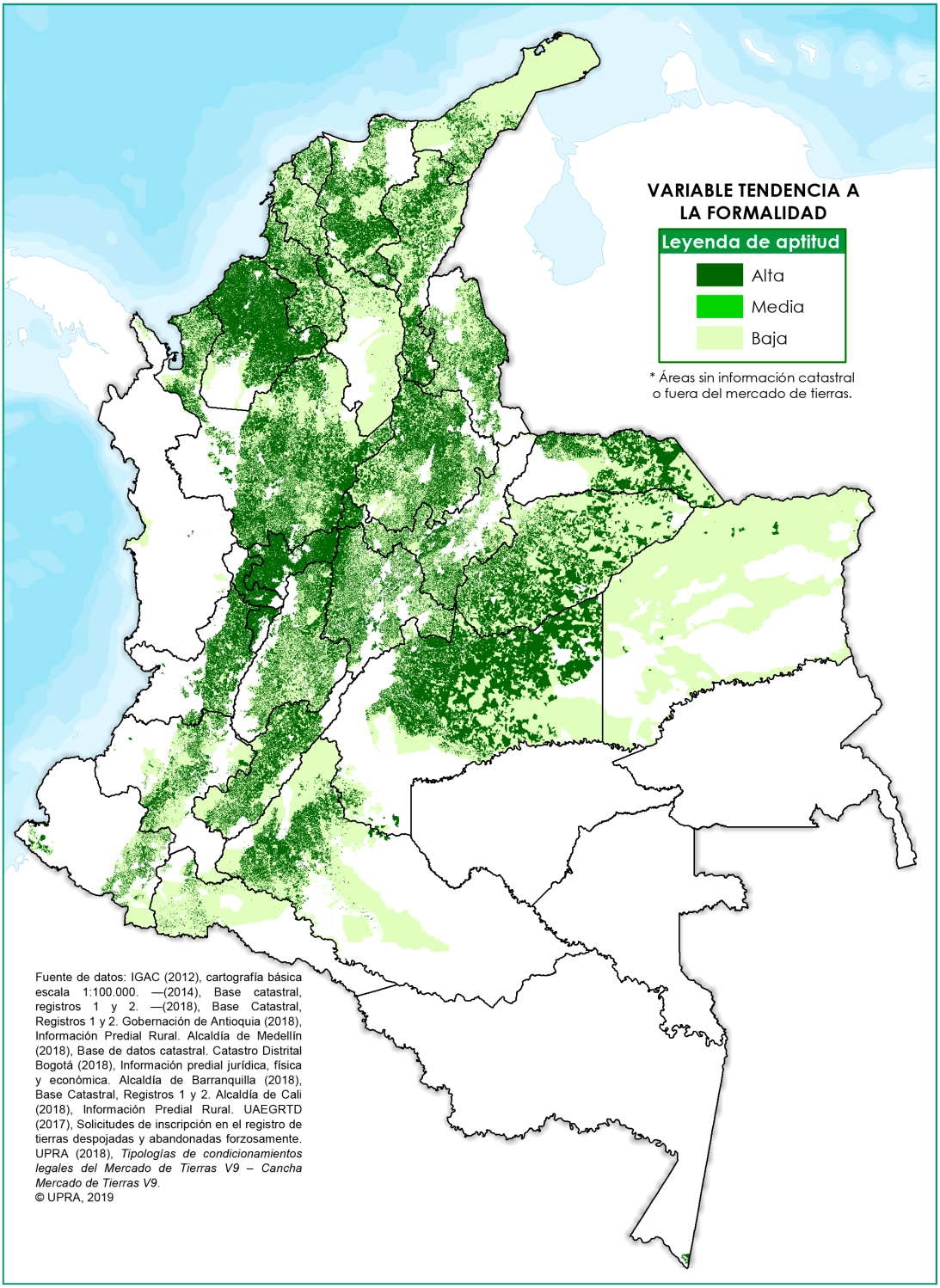
Información jurídica de los predios	Aptitud
Predios con matrícula inmobiliaria sin presunción de informalidad	Alta (A1)
Predios sin interrelación catastro – registro, sin matrícula inmobiliaria, con falsa tradición, con mejoras y con resolución de inscripción en el registro 1 de la Ley de tierras despojadas y abandonadas forzosamente.	Baja (A3)

Unidad de análisis	Predios

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica escala 1:100.000. —(2014), Base catastral, registros 1 y 2. —(2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2018), Información Predial Rural. Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2018), Información predial jurídica, física y económica. Alcaldía de Barranquilla (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Alcaldía de Cali (2018), Información Predial Rural. UAEGRTD (2017), Solicitudes de inscripción en el registro de tierras despojadas y abandonadas forzosamente. UPRA (2018), *Tipologías de condicionamientos legales del Mercado de Tierras V9 – Cancha Mercado de Tierras V9*.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Medellín. (2018). *Base de datos catastral.*

Alcaldía de Barranquilla. (2018). *Base catastral, registros 1 y 2.*

Alcaldía de Cali. (2018). *Información predial rural.*

Catastro Distrital Bogotá. (2018). *Información predial jurídica, física y económica.*

Gobernación de Antioquia. (2018). *Información Predial Rural*

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

_. (2014). Base Catastral, registro 1 y 2. Bogotá: IGAC.

_. (2014). *Predios sin interrelación catastro registro y con falsa tradición.* Bogotá: IGAC.

_. (2017). Zonificación de la gestión catastral, actualización rural_2017. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley 1450 de 2011. Resolución 128 de 2017 y anexos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. SIGOT.

_. (2018). *Base predial Registros 1 y 2, vigencia 2016.* Bogotá: IGAC.

Unidad administrativa especial de gestión de restitución de tierras despojadas (URT). (2017). *Puntos de los centroides, de los polígonos de las solicitudes que se encuentran espacializadas a octubre 17 de 2017 de los polígonos en estado D (definitivos).* Bogotá: URT.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2015). *Mercado de tierras rurales productivas en Colombia. Caracterización, marco conceptual, jurídico e institucional.* Bogotá: UPRA.

_. (2019). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias, V9. Bogotá: UPRA.

3.5.3 Variable avalúo catastral rural

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: ECONÓMICO	
CRITERIO ASOCIADO: DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS	
VARIABLE: avalúo catastral rural	**UNIDAD DE MEDIDA:** pesos/ha

TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Determinación, por entidad pública competente, del valor de los predios obtenido mediante investigación y análisis estadístico del mercado inmobiliario. Se determina por la adición de los avalúos parciales practicados independientemente para los terrenos y para las edificaciones en él comprendidas (IGAC, 2011).

Esta variable se utiliza como un proxi del precio comercial posible de intercambio de las tierras rurales por hectárea, en ausencia de información de precios comerciales a nivel nacional actualizados, recientes o tomados de fuente directa.

El intercambio se entiende como *«El conjunto de transacciones o acuerdos, libres de coerción, mediante el cual se realiza el intercambio parcial o total de alguno(s) de los componentes del derecho de propiedad (uso, goce y disposición) de predios rurales que no han sido objeto de exclusiones legales»* (Minagricultura, 2017).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Incide en la manera de acceder a la tierra, dado que a menores precios de la tierra (representados por el avalúo catastral) se pueden disminuir los costos de producción (pago por rentas del suelo), lo que le permite a un productor ser más competitivo. Por el contrario, los altos precios de la tierra, originan barreras de entrada a la actividad productiva por ser más exigente en la inversión inicial, generando mayores costos.

Las anteriores afirmaciones cuentan con documentación de estudios como los de la UPRA (2014) que considera que «la formación de los precios del suelo tiene en cuenta las rentas del suelo (diferencial, absoluta o monopólica), como la diferencia entre el precio del bien producido y los costos de producirlo, así como el tipo de interés». De acuerdo con Jaramillo (1998) «los precios de la tierra tienden a reflejar las rentas asociadas a las actividades agropecuarias, incluyendo aquellas derivadas de subsidios, tratamientos preferenciales o acceso a programas gubernamentales».

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

El análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

A la fecha, el país no cuenta con información compilada de precios comerciales del suelo a nivel nacional, por lo que se deben utilizar como un proxi de la misma, los avalúos catastrales, que si bien es cierto no pueden dar una información directa de precios, sí muestran una tendencia de los mismos. La UPRA, a 2019, cuenta con precios comerciales de referencia escala 1:100.000 para suelos rurales agropecuarios en 202 municipios del país; sin embargo, la variable requiere una cubertura nacional.

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 los dos. Adicionalmente los avalúos catastrales rurales en su mayoría están muy desactualizados lo que genera aún mayores brechas entre estos dos datos, sin embargo, el valor catastral si nos indica una tendencia del precio comercial, es decir indica en dónde puede ser más costoso y en dónde puede ser más económico el precio de la tierra.

En cuanto a la información catastral utilizada, en la mayoría de los municipios está desactualizada y existen zonas del país, donde aún no se cuenta con procesos de formación catastral; por ende, no se cuenta con información económica, física y jurídica. Estas zonas corresponden a 12 corregimientos y 68 municipios, ubicados en 15 departamentos, como lo reporta el IGAC en su estado de gestión catastral rural de 2017.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La fuente de información para la medición de la variable, es la base predial IGAC (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2018), Información Predial Rural Antioquía, Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral, Catastro Distrital de Bogotá (2018). En la actualidad no se encuentra información de 68 municipios de los 1122 del país.

La determinación del valor catastral por hectárea, se calculó a partir del avalúo catastral total dividido por el área de terreno, obviando los valores de construcción, partiendo del supuesto que para los predios rurales agropecuarios esta tiene un peso muy bajo y en ausencia de tener los datos desagregados de terreno y construcción de la información fuente.

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 2018, a través de un indicie departamental calculado por la UPRA a partir de las tasas de crecimiento del avalúo catastral rural municipal entre vigencias.

Una vez procesada la información y obtenido el valor catastral por hectárea de cada uno de los predios de la base catastral, se agruparon por los rangos señalados según el parámetro establecido.

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 V9, 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, 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 los territorios excluidos o fuera del mercado de tierras, a todos aquellos espacios geográficos del país en los que por expresas prohibiciones de la ley, no se pueden desarrollar actividades agrícolas o agropecuarias, ya que los territorios están dedicados a la preservación, restauración, conocimiento y disfrute o presentan restricciones legales que impiden que se puedan comprar o vender libremente en el mercado por su carácter de inalienables.

Los condicionantes aquí mencionados se relacionan a continuación.

Territorios excluidos del mercado de tierras
Zonas urbanas
Resguardos Indígenas
Comunidades Negras
Sistema de Parques Nacionales Naturales
Parques Nacionales Naturales
Área única Natural
Santuario de Flora
Santuario de Flora y Fauna
Vía Parque
Reserva Natural

Áreas protegidas registradas en el RUNAP
Parque Natural Regional
Áreas Arqueológicas
AMEM Preservación (Áreas de Manejo Especial de la Macarena, Meta)
Reservas Forestales de la Ley 2a Categoría A
Páramos

Es importante indicar que los valores catastrales por hectárea de los predios de las zonas rurales del país no reflejan el precio comercial y están muy distantes y que la información que se consulta con gremios y expertos es el precio comercial. Para poder utilizar esta información como insumo de la determinación de los rangos de aptitud del mapa de avalúos catastrales, se aplicó un índice que se calcula con base a la información determinada por el IGAC de porcentaje de adopción de avalúo catastral por departamento.

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).

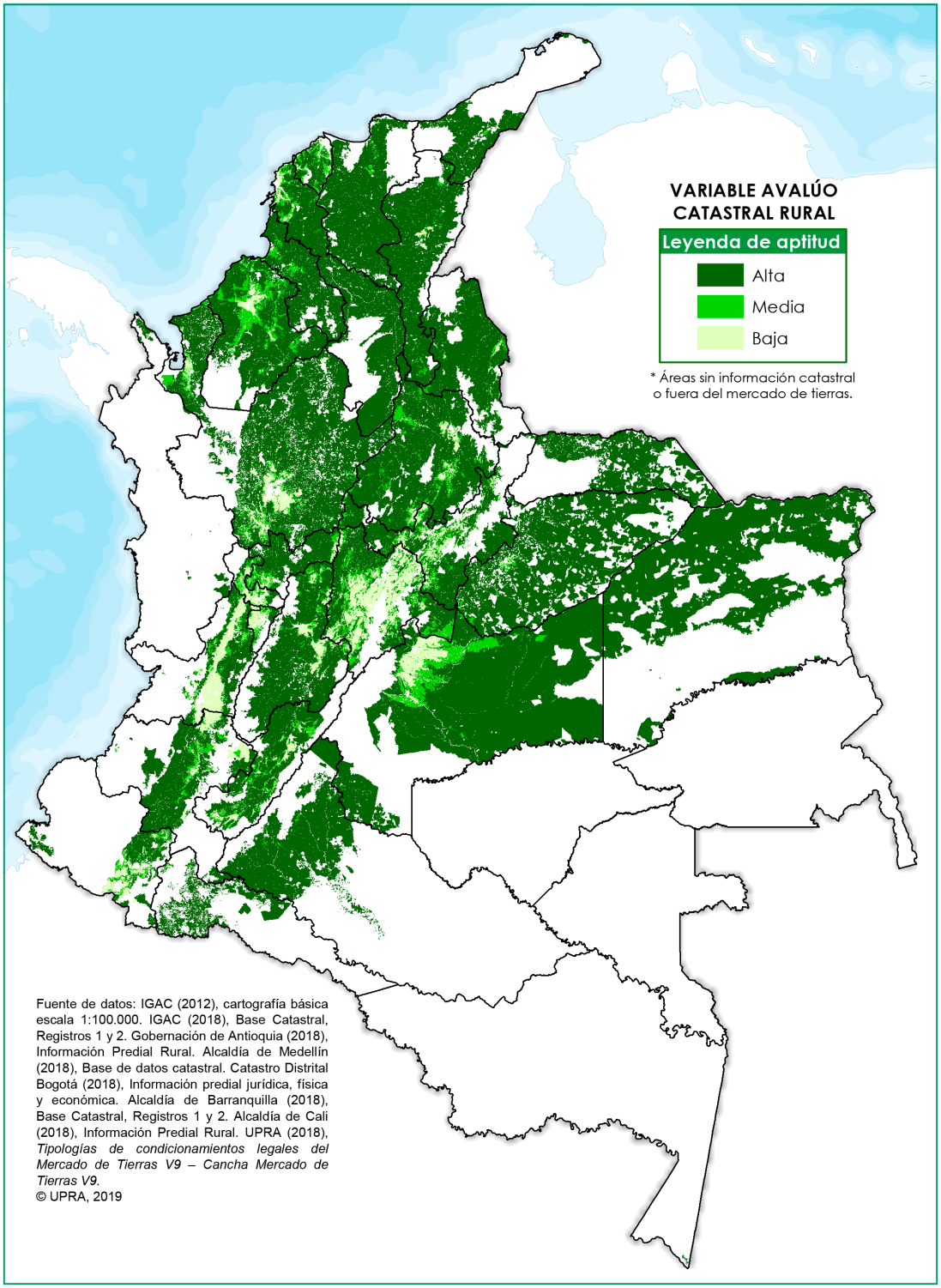
Pesos/ha	Aptitud
< 8 millones	Alta (A1)
8 millones - 16 millones	Media (A2)
> 16 millones	Baja (A3)

Unidad de análisis	Pesos/ha

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO DINÁMICA DEL MERCADO DE TIERRAS



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica escala 1:100.000. IGAC (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Gobernación de Antioquia (2018), Información Predial Rural. Alcaldía de Medellín (2018), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2018), Información predial jurídica, física y económica. Alcaldía de Barranquilla (2018), Base Catastral, Registros 1 y 2. Alcaldía de Cali (2018), Información Predial Rural. UPRA (2018), *Tipologías de condicionamientos legales del Mercado de Tierras V9 – Cancha Mercado de Tierras V9.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía de Cali. (2018). *Información predial rural.*

Alcaldía de Barranquilla. (2018). *Base catastral, registro 1 y 2*

Alcaldía de Medellín. (2018). *Base de datos catastral.*

Catastro Distrital Bogotá. (2018). *Información predial jurídica, física y económica.*

Gobernación de Antioquia. (2018). *Información Predial Rural.*

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

_. (2016). Base catastral, registros 1 y 2. Bogotá: IGAC.

_. (2018). *Base Catastral, Registros 1 y 2.* Bogotá: IGAC.

_. (2018). *Zonificación de la gestión catastral, actualización rural 2018. Número de municipios actualizados con posterioridad a la expedición de la ley.* SIGOT. Bogotá: IGAC.

Minagricultura. (2017). *Resolución 128 de 2017.* «Por medio de la cual se adoptan las Bases para la Gestión del Territorio para usos agropecuarios y los lineamientos de su estrategia de planificación sectorial agropecuaria». Artículo 5°, numeral 6. Bogotá: Minagricultura.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (UPRA). (2019). Clasificación de áreas para el mercado de tierras rurales agropecuarias, V9. Bogotá: UPRA.

3.6. Criterio seguridad ciudadana

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA		
(TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: SEGURIDAD CIUDADANA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- Extorsiones rurales, expresada en tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes.
- Hurtos rurales, expresado en tasas de hurtos rurales por cada 1000 habitantes.
- Homicidios rurales, expresado en tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes.
- Secuestros rurales, expresado en tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes.

DEFINICIÓN

Ausencia de peligro o afectaciones a la integridad física, así como de riesgo de pérdida de la libertad y del patrimonio por situaciones adversas. Es una situación donde las personas pueden vivir libres de la violencia y el delito (Comisión Interamericana de Derechos Humanos, 2009).

La seguridad ciudadana produce un efecto de confianza, entendida como ausencia de peligro y daños a la vida y a la integridad física y psicológica y a la pérdida parcial y/o total de la libertad y del patrimonio de un individuo y/o de un grupo poblacional, determinada por situaciones adversas originadas por las personas.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El criterio refleja información de municipios en los cuales se presentan y repiten hechos delictivos que podrían estar asociados a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual podría incidir negativamente en la dinámica de la producción.

Ya que condiciones de seguridad adversas en el área rural han sido limitantes para la inversión en proyectos productivos, una caracterización de la seguridad ciudadana municipal, representa particular importancia para orientar a los inversionistas privados y las políticas públicas del sector agropecuario.

En las zonas donde han existido fenómenos delictivos de manera reiterada, se ven afectadas la productividad, la seguridad y la integridad física, psicológica, vida, honra y bienes de las poblaciones asentadas, quienes soportan acciones ligadas al secuestro, extorsiones, hurtos y homicidios, entre otras. Estas acciones delictivas generan un ambiente de desconfianza y ausencia de inversión en proyectos productivos que mejoran la calidad de vida, empleo y oportunidades de los pobladores rurales.

Como consecuencia, entre más frecuente sea la presentación de estos flagelos, menor será la aptitud de la zona.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

En las fuentes de información consultadas para los delitos de secuestro, extorsión, hurtos y homicidios, se encontraron municipios sin registros para las variables analizadas. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud alta (A1). Sin embargo, los datos con los que se contó, permitieron la construcción de series 2013 a 2018, con la posibilidad de ser actualizados.

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 DEL 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 4 variables, de acuerdo con la siguiente tabla:

CRITERIO	VARIABLES	Extorsiones rurales	Hurtos rurales	Homicidios rurales	Secuestros rurales
SEGURIDAD CIUDADANA	Extorsiones rurales	1			
	Hurtos rurales	1/3	1		
	Homicidios rurales	1/5	1/3	1	
	Secuestros rurales	1/7	1/5	1/3	1

La escala de importancia dentro del proceso AHP tiene cuenta la valoración entre pares de variables:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante			Igual importancia			Más importante		

Teniendo en cuenta el software PriEsT *(Priority Estimation Tool)*, se calcularon las ponderaciones de cada variable dentro del criterio, de acuerdo con la calificación de los municipios, según categorías de aptitud y para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Criterio	Variable	Ponderación (%)
Seguridad ciudadana	Extorsiones rurales	56.4
	Hurtos rurales	26.3
	Homicidios rurales	11.8
	Secuestros rurales	5.5
	Total, ponderación	**100,0 %**

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

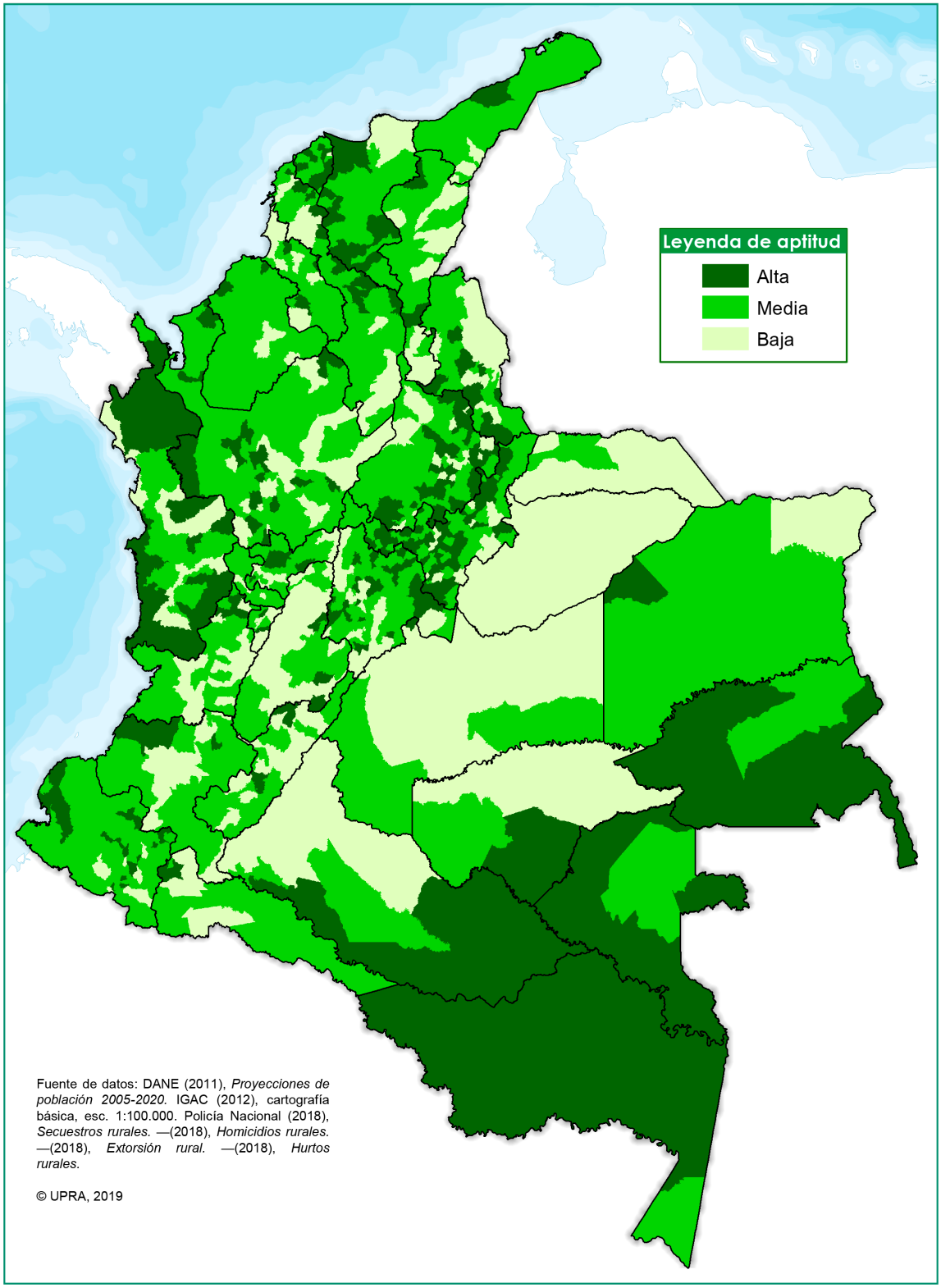
Variables	Unidad de medida	Categorías de aptitud		
		Alta (A1)	Media (A2)	Baja (A3)
Extorsiones rurales	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,5645	> 0,5645
Hurtos rurales	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 13,008	>13,008
Homicidios rurales	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 0,3108	>0,3108
Secuestros rurales	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Sin ocurrencia del delito	≤ 2,026	> 2,026



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



Fuente de datos: DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Policía Nacional (2018), *Secuestros rurales.* —(2018), *Homicidios rurales.* —(2018), *Extorsión rural.* —(2018), *Hurtos rurales.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Código de procedimiento penal. Ley 906 de 2004.
- Comisión Interamericana de Derechos Humanos. (2009). *Informe sobre seguridad ciudadana y derechos humanos*. Recuperado de www.cidh.oas.org/.../SEGURIDAD%20CIUDADANA
- DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020*. Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses. (2019). Homicidio_Colombia 2008. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal.
- _. (2019). Comportamiento del homicidio en Colombia 2013. Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal.
- Ley 1944 de 2018. Recuperado de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa>.
- Ley 599 de 2000. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- Policía Nacional. (2019). - Grupo Información de Criminalidad (GICRI) DIJIN. 2013-2018.
- Recuperado de: <www.policia.gov.co/grupo-información-criminalidad/estadistica-delictiva>. Bogotá: Policía Nacional.

3.6.1 Variable extorsiones rurales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL	
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA	
VARIABLE: extorsiones rurales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes

TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Consiste en obligar a una persona, a través de la utilización de violencia o intimidación, a realizar u omitir un acto jurídico o negocio jurídico con ánimo de lucro y con la intención de producir un perjuicio de carácter patrimonial y está definido en el código penal como «El que constriña a otro a hacer, tolerar u omitir alguna cosa, con el propósito de obtener provecho ilícito o cualquier utilidad ilícita o beneficio ilícito, para sí o para un tercero».

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra la ocurrencia de la actividad extorsiva en un período de tiempo específico, en los municipios del país; su importancia constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversores, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.

Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector productor o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde 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 extorsiones, cuenta con municipios sin registros. Por lo que 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2011. Proyecciones de población 2005-2020.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Policía Nacional. 2018. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de extorsiones en zona rural para los años 2013 a 2018.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio, a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de extorsiones en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se realizó el "índice de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales", de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de extorsiones registradas en la zona rural para el período 2013-2018 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los seis años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y "resto", se extrajo la información de "resto", asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2018.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de extorsiones rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable luego de la construcción del índice de extorsiones por cada 1000 habitantes que combina la información para los seis años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: el primero, con los municipios que no registraron extorsiones y, el segundo, los municipios que tenían uno o más casos de extorsiones registrados.

Acto seguido, 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 Dalenuis-Hodges, 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 método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta los siguientes pasos:

1. Ordenar las observaciones de manera descendente.
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. De acuerdo con:

$$\lim\inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k-1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim\sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1} \sqrt{f_h} \quad (i = 1,\ldots,J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

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 con lo siguiente:

   Q, 2Q, ..., (h-1) Q

Si el valor de *Q* queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a *Q*, Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito; aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster; donde se han reportado hasta 0,5645 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales; aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,5645 casos de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

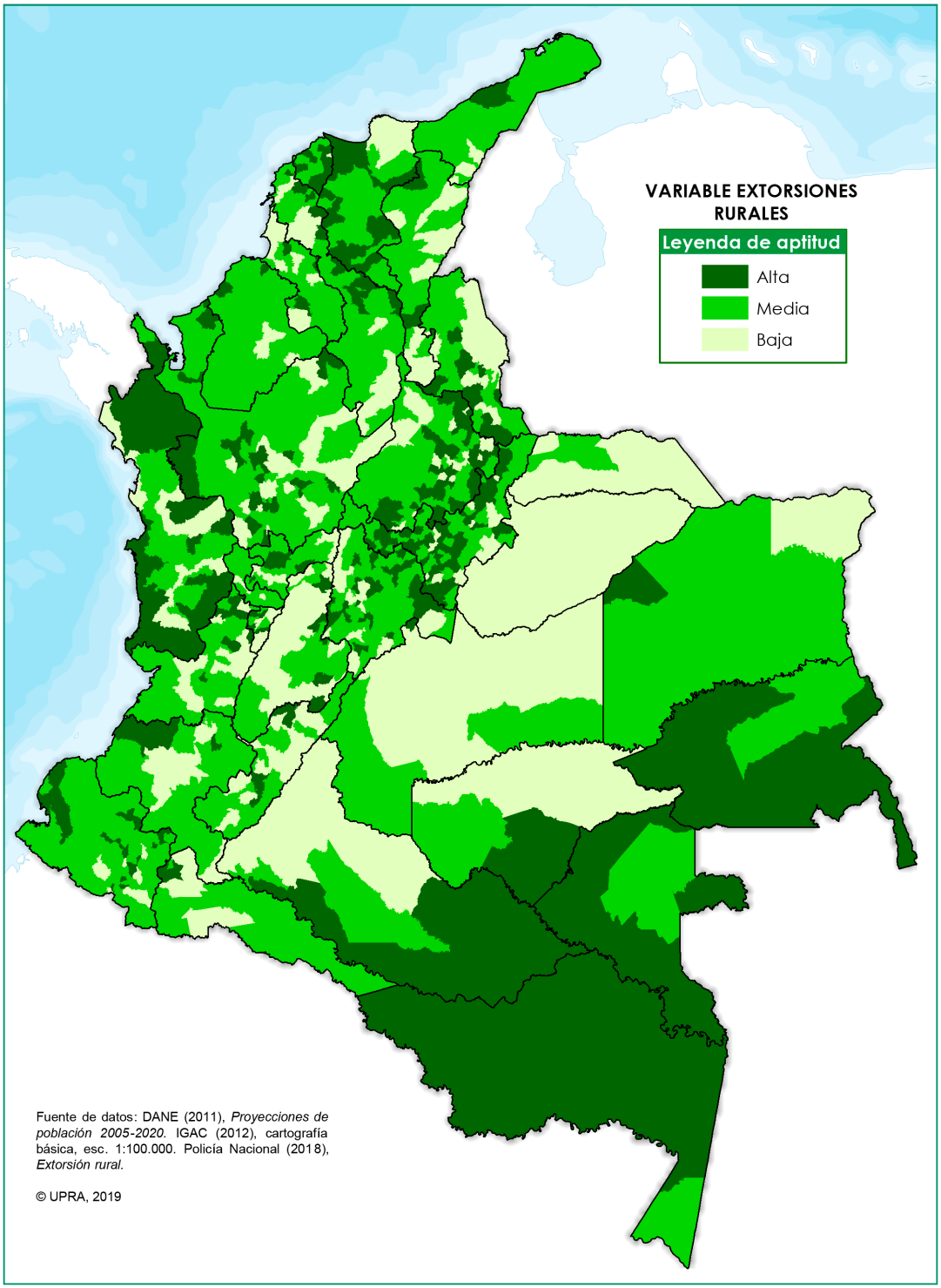
Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 0,5645	Media (A2)
> 0,5645	Baja (A3)



Unidad de análisis	Tasa de extorsiones rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



Fuente de datos: DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Policía Nacional (2018), *Extorsión rural.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

Código Penal Colombiano. Art. 244 Ley 599 de (2000). Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

Código de procedimiento penal. Ley 906 de (2004).

DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020.* Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>. Bogotá: DANE.

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

Policía Nacional. (2018). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. (2018). Datos 2013-2018. Bogotá: Policía Nacional.

3.6.2 Variable hurtos rurales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: hurtos rurales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	**√**
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Apoderarse de una cosa mueble ajena, con el propósito de obtener provecho para sí o para otro.

Se considera hurto calificado si se cometiere: con violencia sobre las cosas, colocando a la víctima en condiciones de indefensión o inferioridad o aprovechándose de tales condiciones. Mediante penetración o permanencia arbitraria, engañosa o clandestina en lugar habitado o en sus dependencias inmediatas, aunque allí no se encuentren sus moradores. Con escalamiento, o con llave sustraída o falsa, ganzúa o cualquier otro instrumento similar, o violando o superando seguridades electrónicas u otras semejantes. Art 239 y 240 (Ley 599 de 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 y/o posible riesgo de los bienes muebles tanto de los pobladores como de los potenciales inversionistas, 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

Las fuentes de información consultadas para la variable hurtos, cuenta con 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2011. Proyeccciones de población 2005-2020.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Policía Nacional. 2018. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de secuestros en zona rural para los años 2013 a 2018.

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 2013-2018 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los seis años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y resto; se extrajo la información referida a "resto" asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2018.
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 proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable de hurtos luego de la construcción del índice de hurtos por cada 1000 habitantes, que combina la información para los seis años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: el primero con los municipios que no registraron secuestro y el segundo con los que tenían uno o más casos de hurtos registrados.

Acto seguido, al primer grupo de municipios se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud; para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que 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 de este grupo de municipios, se calcularon dos clústeres (k = 2).

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta 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. De acuerdo con:

$$\lim\inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k-1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim\sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1} \sqrt{f_h} \quad (i = 1,\ldots,J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

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 con lo siguiente:

   Q, 2Q, ..., (h-1) Q

Si el valor de *Q* queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a *Q*, Los límites de los *h* estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

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).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito; aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 13,008 casos de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 13,008 casos de hurtos rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 13,008	Media (A2)
> 13,008	Baja (A3)

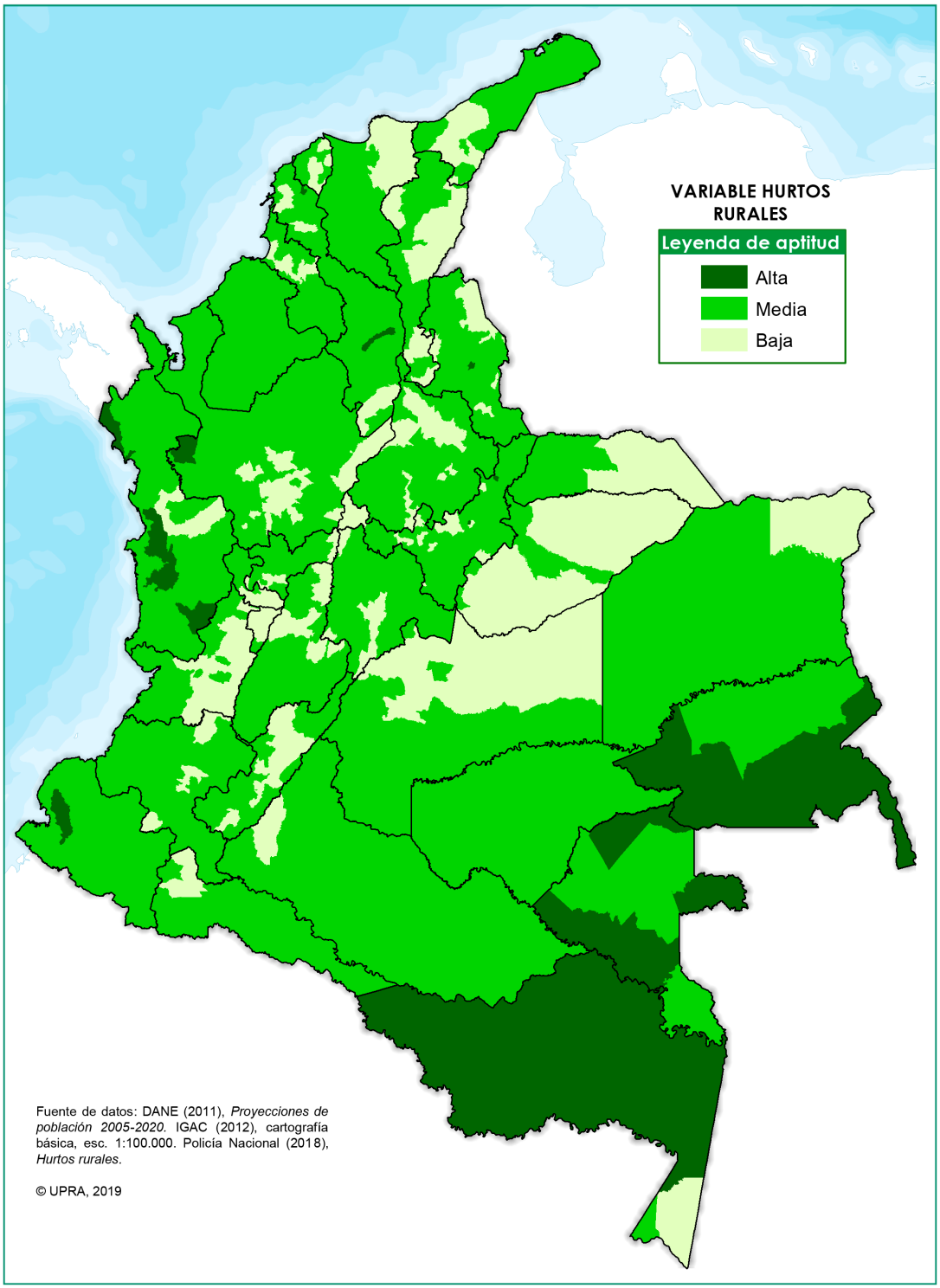


Unidad de análisis	Tasa de hurtos rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020.* Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Ley 599 de 2000. *Código Penal Colombiano, artículo 239 y 240.* Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- Policía Nacional. (2018). *Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2013-2018.* Bogotá: Policía Nacional.

3.6.3. Variable homicidios rurales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: homicidios rurales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	**√**
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

La palabra homicidio deriva del vocablo latino *homicidîum* y que refiere a la muerte de un ser humano causada por otra persona. El término, por lo tanto, puede utilizarse como sinónimo de asesinato o crimen. El homicidio se puede definir como «Supresión por conducta del agente (agresor), de una vida humana (tipicidad), sin justificación jurídicamente atendible (antijuridicidad), en forma intencional o dolosa, o con culpa o preterintencional (culpabilidad)».

El homicidio, además de ser un hecho violento, es un delito que se tipifica en el Código Penal (Ley 599 de 2000), a partir de tres elementos característicos o paradigmas: tipicidad, antijuridicidad y culpabilidad. Existen dos categorías que permiten identificar este delito en cuanto a la conducta punible del agresor: el dolo y la culpa (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2013).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Muestra la ocurrencia de esta actividad violenta en un período de tiempo específico, en los municipios del país; de ahí su importancia ya que constituye una herramienta para el sector, los productores y potenciales inversionistas, para tratar de proyectar el comportamiento de delito a nivel municipal.

Contribuye a la formulación de lineamientos de políticas desde el sector bananero, o a tomar las medidas de mitigación respectivas desde los productores o posibles inversionistas.

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

El análisis de la variable, no presenta límites que se califiquen como zonas no aptas (N1)

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En las fuentes de información consultadas para la variable homicidios, cuenta con 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2011. Proyecciones de población 2005-2020.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Policía Nacional. 2018. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de homicidios en zona rural para los años 2013 a 2018.

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 realizó el índice de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales, de la siguiente forma:

a. A partir de las series históricas del número de homicidios registrados en la zona rural para el período 2013-2018 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los seis años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y resto, se extrajo la información referida a "resto" asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2018.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de homicidios rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable de homicidios luego de la construcción del índice de homicidios por cada 1000 habitantes, que combina la información para los seis años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: el primero, con los

municipios que no registraron ningún homicidio y, el segundo, los municipios que tenían uno o más casos de homicidios registrados.

Acto seguido, al primer grupo de municipios, se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que permite realizar agrupamiento de datos con el objetivo que sean muy similares en entre los individuos del grupo y lo más disímiles posibles entre grupos, para la clasificación por aptitud de este grupo de municipios se calcularon dos clústeres (k = 2).

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:

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos, de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta los siguientes pasos:

1. Ordenar las observaciones de manera descendente
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. De acuerdo con:

$$\lim\inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k-1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim\sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1} \sqrt{f_h} \quad (i = 1,\ldots.,J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

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 con lo siguiente:

   Q, 2Q, ..., (h-1) Q

Si el valor de *Q* queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a *Q*, Los límites de los *h* estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales y, al grupo restante, con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito; aptitud media (A2): municipios resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 0,3108 homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales; aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 0,3108 homicidios rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo a 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)
≤ 0,3108	Media (A2)
> 0,3108	Baja (A3)

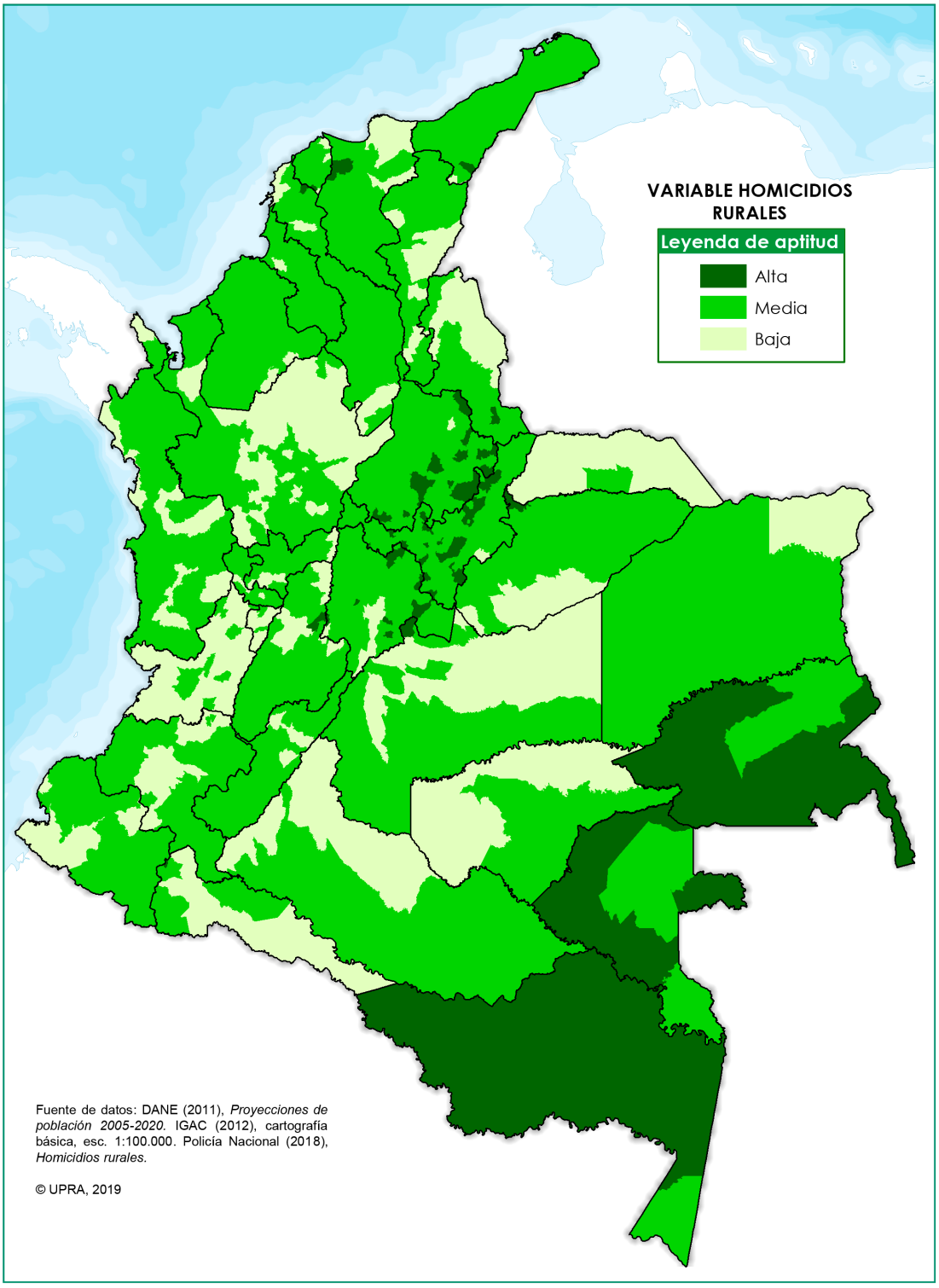


Unidad de análisis	Tasa de homicidios rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO

CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



Fuente de datos: DANE (2011), *Proyecciones de población 2005-2020.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Policía Nacional (2018), *Homicidios rurales.*

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020*. Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>. Bogotá: DANE.

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

Instituto Nacional de medicina Legal y Ciencias Forenses. Homicidio_Colombia. (2008). Bogotá: Instituto Nacional de Medicina Legal.

Ley 599 de 2000. Artículo 103. Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.

Policía Nacional. (2018). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2013-2018. Bogotá: Policía Nacional.

_. (2013). Comportamiento del homicidio en Colombia. Bogotá: Policía Nacional.

3.6.4. Variable secuestros rurales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: secuestros rurales	**UNIDAD DE MEDIDA:** tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	**√**
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Detener ilegalmente a una o más personas en contra de su voluntad, mediante el empleo de la fuerza, amenazas, el engaño, el incentivo, con el propósito de exigir una ganancia ilícita o económica a cambio de la liberación de la persona secuestrada; o para obligar a alguien a hacer o a no hacer algo (Ley 599 de 2000).

Esta práctica delictiva y recurrente tiene como finalidad no solo obtener un provecho económico sino a conducir a un grupo o una persona a ejecutar actos para beneficio del delincuente, por lo tanto, se considera secuestro cuando con fines lucrativos se retiene a una persona o simplemente se le impide su movilización.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La producción en el sector rural, se ha visto especialmente afectada por el conflicto interno, que ha traído consigo toda clase de delitos contra los derechos humanos, entre ellos el secuestro, razón por la cual, la variable merece especial importancia, toda vez que indica la vulnerabilidad y/o posible riesgo tanto de la población como de los potenciales inversionistas, ubicada en las zonas de alta posibilidad de amenaza de secuestro, lo cual

atenta contra la seguridad y la integridad de la población, la interrupción de las redes sociales 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 secuestros, cuenta con 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2011. Proyecciones de población 2005-2020

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

Policía Nacional. 2018. Dirección de Investigación Criminal e Interpol. Casos de secuestros en zona rural para los años 2013 a 2018.

2. Precisiones de la información.

Se analizó el número de secuestros en zona rural ocurridos en cada municipio a partir de los registros de la Policía Nacional.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

La construcción de esta variable se inicia relativizando la información del número de secuestros en zona rural respecto a la población rural de cada municipio; para este objetivo se construyó 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 2013-2018 (remitidas por la Policía Nacional), se realizó la sumatoria de los seis años.
b. Luego, con base en las series de proyección de población municipal del DANE (2005-2020), que se encuentran discriminadas entre cabecera y resto; se extrajo la información concerniente a "resto" asociándola a la población rural y se promedió para los años 2013-2018.
c. Resultado de los dos cálculos anteriores, se efectuó la relación de la sumatoria del número de secuestros rurales sobre el número promedio de habitantes en zona rural y se proyectó como índice por cada 1000 habitantes.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable de secuestros luego de la construcción del índice de secuestros por cada 1000 habitantes, que combina la información para los seis años de la serie, se dividió la serie en dos grupos: el primero

con los municipios que no registraron secuestro y el segundo con los que tenían uno o más casos de secuestros registrados.

Acto seguido, al primer grupo de municipios que no contaban con casos registrados se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud y, para el segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que 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 de este grupo de municipios, se calcularon dos clústeres (k = 2).

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta 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, de acuerdo con:

$$\lim\inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k-1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim\sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1} \sqrt{f_h} \quad (i = 1,\ldots .,J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

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 con lo siguiente:

   Q, 2Q, ..., (h-1) Q

Si el valor de Q queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a Q, Los límites de los h estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

Al realizar la clasificación de esta última serie en dos agrupaciones, se le asignó la calificación de aptitud media (A2) al grupo de municipios con el menor número de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales y al grupo restante con el mayor número de delitos por habitantes, se le asignó un rango de aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios donde no se ha reportado el delito; aptitud media (A2): municipios del resultado del primer clúster, donde se han reportado hasta 2,026 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales; aptitud baja (A3): municipios del resultado del segundo clúster, donde se han reportado más de 2,026 casos de secuestros rurales por cada 1000 habitantes rurales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

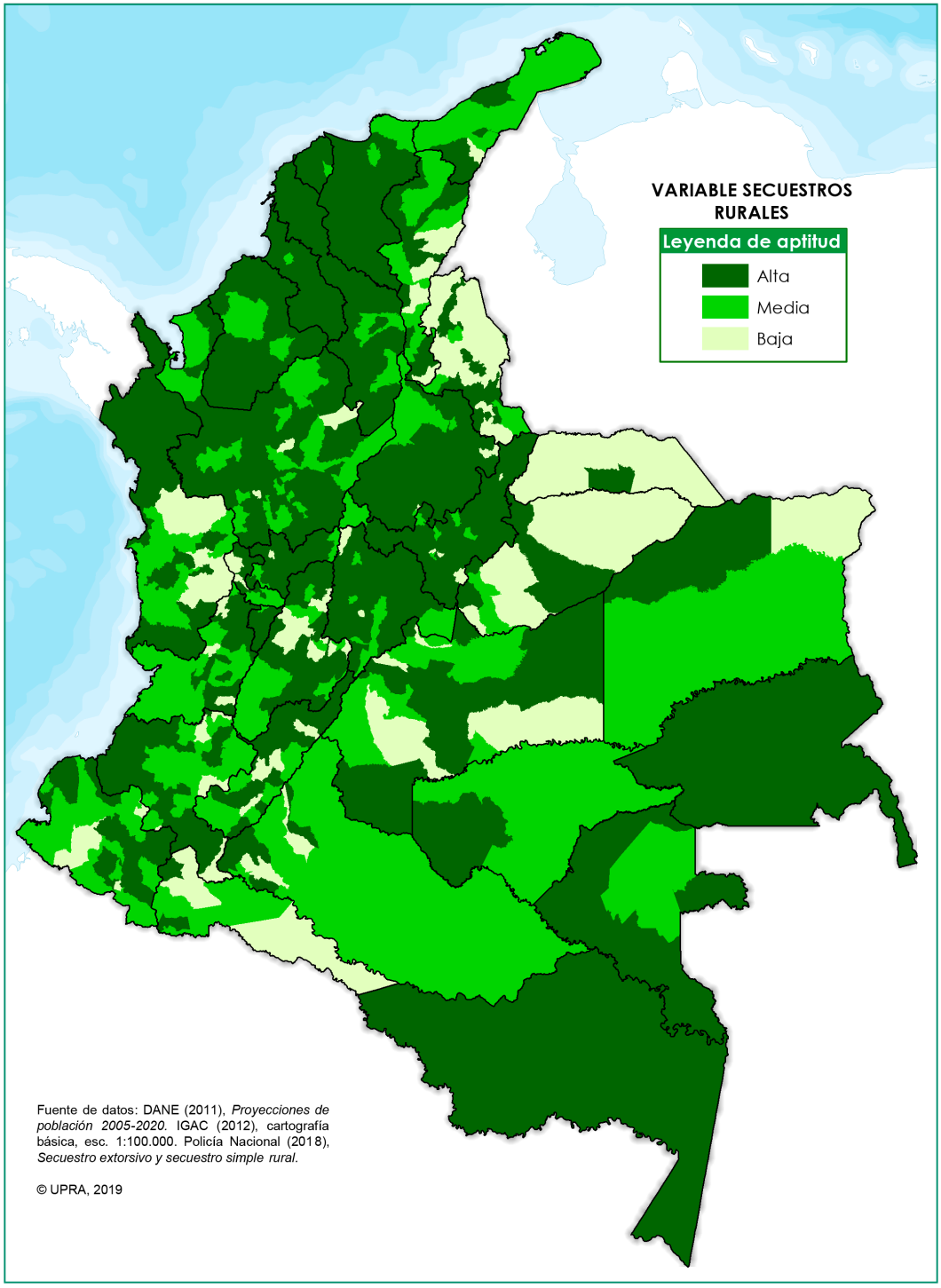
Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes	Aptitud
Sin ocurrencia del delito	Alta (A1)
≤ 2,026	Media (A2)
> 2,026	Baja (A3)



Unidad de análisis	Tasa de secuestros rurales por cada 1000 habitantes

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2011). *Proyecciones de población 2005-2020.* Recuperado de: < https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>. Bogotá: DANE.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Ley 599 de 2000 *Código Penal Colombiano, artículo 168.* Recuperado de: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado>.
- Policía Nacional. (2018). Grupo Información de Criminalidad (GICRI). Policía Nacional - DIJIN. Datos 2013-2018. Bogotá: Policía Nacional.
- Ley 986 de 2005. "Medidas de protección a víctimas del secuestro, toma de rehenes y desaparición forzada".

3.7. Criterio condiciones de vida

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL		
CRITERIO: CONDICIONES DE VIDA		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

Índice de pobreza multidimensional (IPM), expresada en porcentaje (%).

DEFINICIÓN

Mide el grado de privación de los hogares en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación, su intensidad y profundidad. Este índice permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011).

El IPM rural está compuesto por cuatro dimensiones en las que se agrupan diez variables correspondientes a diversos tipos de privación del hogar. Los hogares que se tienen en cuenta son los que residen en el área rural dispersa.

Se considera que el hogar es pobre multidimensional si tiene privaciones en al menos el 33 % de las diez variables. Todas las dimensiones pesan lo mismo, 0,25, este valor es el resultado de la suma de los pesos de cada variable. El agrupamiento de las variables en los criterios es el siguiente (los pesos de las variables van entre paréntesis):

a) *Condiciones Educativas:* incluye las variables Analfabetismo (0,125) y Bajo logro educativo (0,125).

b) *Condiciones de la niñez y la juventud:* incluye las variables, Inasistencia escolar (0,083), Rezago escolar (0,083), Barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia (0,083).

c) *Acceso a Salud:* incluye la variable Sin aseguramiento en salud (0,25).

d) *Condiciones de la vivienda y servicios públicos:* incluye las variables sin acceso a fuente de agua mejorada (0.0625), inadecuada eliminación de excretas (0,0625), material inadecuado de pisos (0.0625) y material inadecuado de paredes (0,0625).

El valor del IPM rural es el porcentaje de población del municipio que vive en hogares que tienen privaciones en al menos el 33 % de las diez variables.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

El criterio es una muestra de las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menos hogares en situación de pobreza multidimensional (que reflejan mejores tasas de alfabetismo, mayor acceso a servicios públicos y de salud, mejores condiciones de la vivienda, entre otros) 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.

La cantidad de personas en situación de pobreza multidimensional es inversa a la aptitud del municipio. Municipios con mayores niveles de personas en situación de pobreza multidimensional, reflejan una menor incidencia de la competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

El IPM municipal rural fue calculado por el DANE con base en la información del Censo Nacional Agropecuario 2014.

El DANE realiza censos cada diez años o más.

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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

DANE. (2015). Censo Nacional Agropecuario: cuarta entrega de resultados 2014.

2. Precisiones de la información

El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó a través del documento CONPES 150, de mayo 28 de 2012.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

Se ordena la base de datos de menor a mayor de acuerdo con el IPM rural municipal y se comparan los valores municipales con el IPM rural nacional, o sea 45,73.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable del IPM rural municipal, se dividió la serie en dos grupos: el primero con los municipios que tienen un valor menor a 45,73 y el segundo con los municipios que tienen un valor superior.

Acto seguido, al primer grupo de municipios se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud y, al segundo grupo, se le aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que 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 de este grupo de municipios, se calcularon dos clústeres (k = 2).

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta 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. De acuerdo con:

$$\lim\inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k-1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim\sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1} \sqrt{f_h} \quad (i = 1,\ldots .,J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

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 con lo siguiente:

   Q, 2Q, ..., (h-1) Q

Si el valor de *Q* queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a *Q*. Los límites de los *h* estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

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 IPM rural municipal comprendido entre 45,73 y 62,73; los municipios con IPM rural municipal mayor a 62,73 tienen aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios con IPM menor a 45,73. Aptitud media (A2): municipios con IPM entre 45,73 y 62,73. Aptitud baja (A3): municipios con IPM mayor a 62,73.

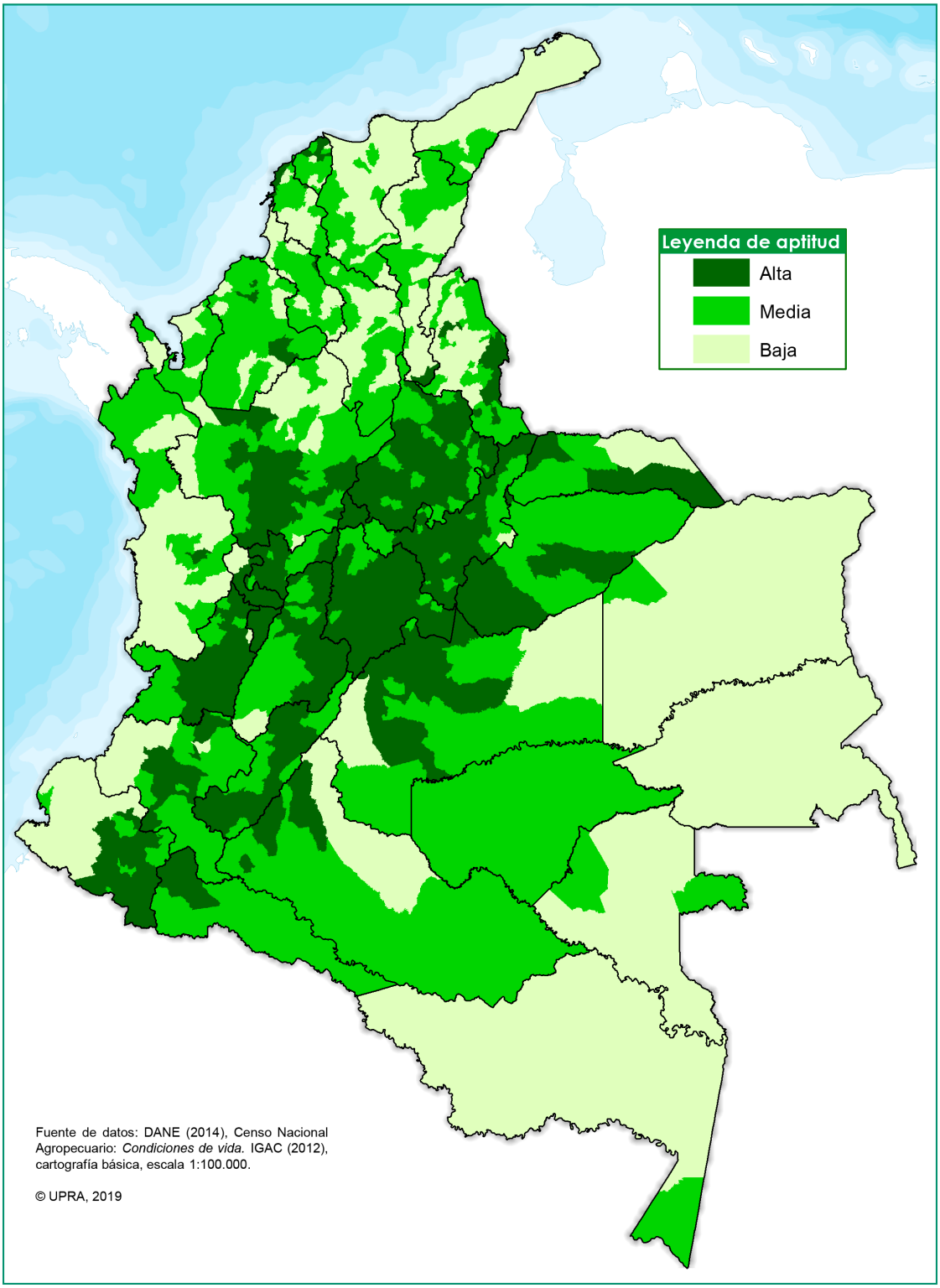
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Índice de pobreza multidimensional (IPM) (%)	Aptitud
< 45,73	Alta (A1)
45,73 - 62,73	Media (A2)
> 62,73	Baja (A3)

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE VIDA



Fuente de datos: DANE (2014), Censo Nacional Agropecuario: *Condiciones de vida*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2015). *Censo Nacional Agropecuario: cuarta entrega de resultados 2014.* Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-4-Pobreza-y-educacion/4-Boletin.pdf
- DNP. (2010). *Promoción de la equidad y reducción de la pobreza.* Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>
- _. (2012). *Metodologías oficiales y arreglos institucionales para la medición de la pobreza en Colombia,* Documento CONPES 150. Bogotá: DNP.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

3.7.1. Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**		
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO. SUBCOMPONENTE: SOCIAL			
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE VIDA			
VARIABLE: índice de pobreza multidimensional (IPM)	**UNIDAD DE MEDIDA:** porcentaje (%)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Exclusión técnica**		
	Análisis jerárquico	✓	
	Exclusión legal		
	Condicionante		

DEFINICIÓN

Mide el grado de privación de los hogares en un conjunto de dimensiones y permite determinar la naturaleza de la privación y la intensidad y profundidad de esta. Este índice permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria (DNP, 2011).

El IPM rural está compuesto por cuatro dimensiones en las que se agrupan diez variables correspondientes a diversos tipos de privación del hogar. Los hogares que se tienen en cuenta son los que residen en el área rural dispersa.

Se considera que el hogar es pobre multidimensional si tiene privaciones en al menos el 33 % de las diez variables.

Todas las dimensiones pesan lo mismo, 0,25, este valor es el resultado de la suma de los pesos de cada variable. El agrupamiento de las variables en los criterios es el siguiente (los pesos de las variables van entre paréntesis):

a) *Condiciones Educativas:* incluye las variables Analfabetismo (0.125) y Bajo logro educativo (0.125).

b) *Condiciones de la niñez y la juventud:* incluye las variables, Inasistencia escolar (0.083) Rezago escolar (0.083), Barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia (0.083).

c) *Acceso a Salud:* incluye la variable Sin aseguramiento en salud (0.25).

d) *Condiciones de la vivienda y servicios públicos:* incluye las variables Sin acceso a fuente de agua mejorada (0.0625), Inadecuada eliminación de excretas (0.0625), Material inadecuado de pisos (0.0625) y Material inadecuado de paredes (0.0625).

El valor del IPM rural es el porcentaje de población del municipio que vive en hogares que tienen privaciones en, al menos, el 33 % de las diez variables.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

El criterio es una muestra de las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menos hogares en situación de pobreza multidimensional (que reflejan mejores tasas de alfabetismo, mayor acceso a servicios públicos y de salud, mejores condiciones de la vivienda, entre otros) 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.

La cantidad de personas en situación de pobreza multidimensional es inversa a la aptitud del municipio. Municipios con mayores niveles de personas en situación de pobreza multidimensional, reflejan una menor incidencia de la competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado.

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

N/A

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

DANE. (2015). Censo Nacional Agropecuario: cuarta entrega de resultados 2014.

2. Precisiones de la información

El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó a través del documento CONPES 150, de mayo 28 de 2012.

3. Análisis de consistencia y preparación de la información.

Se ordena la base de datos de menor a mayor de acuerdo con el IPM rural municipal y se comparan los valores municipales con el IPM rural nacional, o sea 45,73.

4. Clasificación por aptitud.

Para clasificar la variable del IPM rural municipal, se dividió la serie en dos grupos: el primero con los municipios que tienen un valor menor a 45,73 y el segundo con los municipios que tenían un valor superior.

Al primer grupo de municipios que cuentan con un valor menor a 45,73 se les asignó aptitud alta (A1) para la zonificación de aptitud; al segundo grupo, se aplicó el método estadístico Dalenuis-Hodges, que 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 de este grupo de municipios, se calcularon dos clústeres (k = 2).

El método Dalenuis-Hodges aplica en el caso de una sola variable y consiste en la formación de estratos de manera que la varianza obtenida sea mínima para cada estrato. El método presenta 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, de acuerdo con:

$$\lim\inf C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k-1) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

$$\lim\sup C_k = \min\{x_{(i)}\} + (k) * \frac{\max\{x_{(i)}\} - \min\{x_{(i)}\}}{J}$$

4. A partir de los límites, se obtiene la frecuencia de casos en cada clase.
5. Obtener la raíz cuadrada de la frecuencia en cada clase.
6. Acumular la suma de la raíz cuadrada de las frecuencias.

$$C_i = \sum_{h=1} \sqrt{f_h} \quad (i = 1,\ldots .,J)$$

7. Dividir el último valor acumulado entre el número de estratos.

$$Q = \frac{1}{L} C_J$$

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 con lo siguiente:

   Q, 2Q, ..., (h-1) Q

Si el valor de *Q* queda entre dos clases, se toma como punto de corte aquella que presenta la mínima distancia a *Q*, Los límites de los *h* estratos conformados son los correspondientes al límite inferior de las clases comprendidas en cada estrato.

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 IPM rural municipal comprendido entre 45,73 y 62,73; los municipios con IPM rural municipal mayor a 62,73 presentan aptitud baja (A3).

Los rangos de aptitud son: aptitud alta (A1): municipios con IPM menor a 45,73; aptitud media (A2): municipios con IPM entre 45,73 y 62,73; aptitud baja (A3): municipios con IPM mayor a 62,73.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

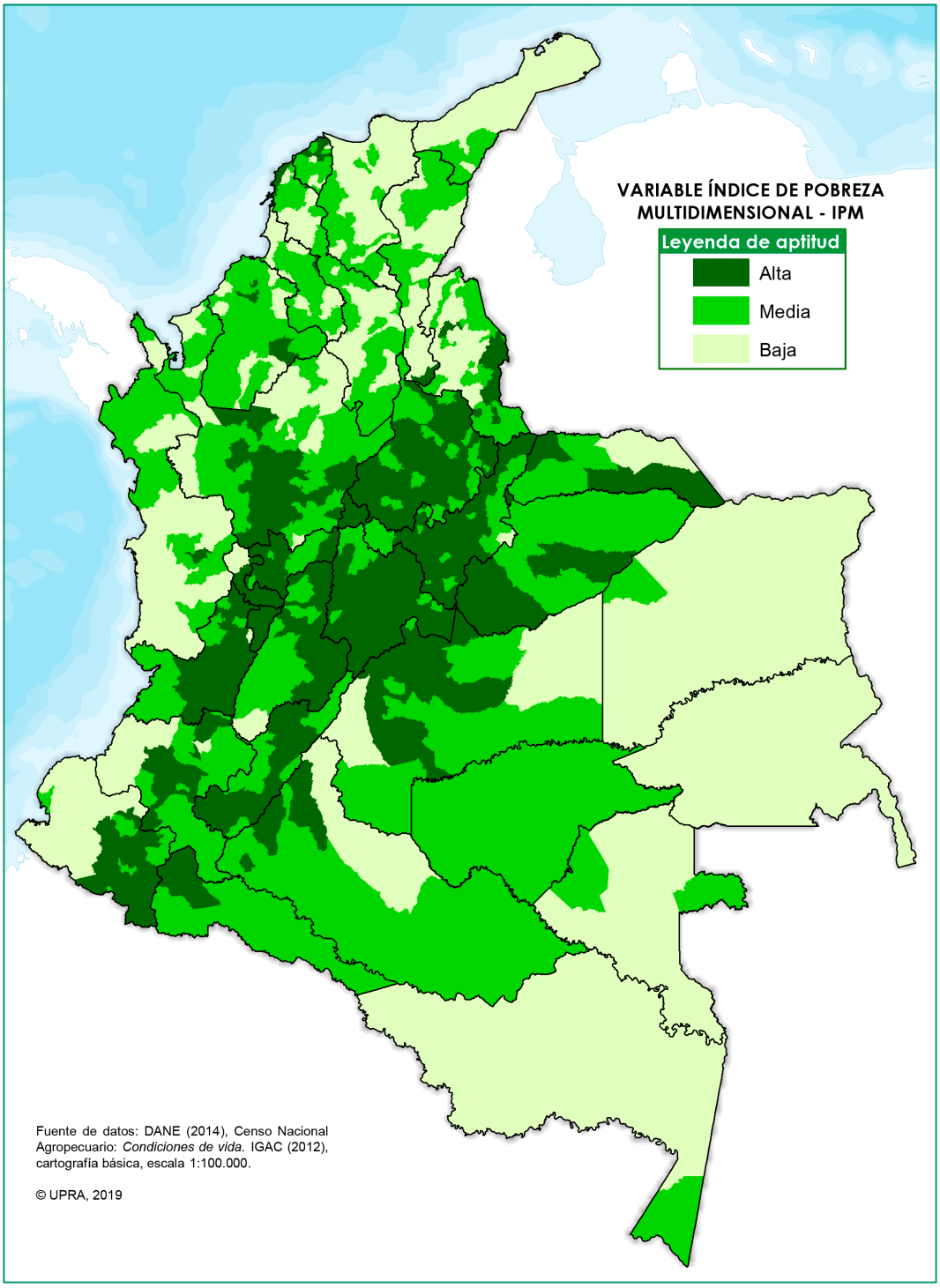
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud: alta (A1); media (A2) y baja (A3).

Índice de pobreza multidimensional (IPM) (%)	Aptitud
< 45,73	Alta (A1)
45,73-62,73	Media (A2)
> 62,73	Baja (A3)



Unidad de análisis	Porcentaje
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE	

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO DE BANANO
CRITERIO CONDICIONES DE VIDA



FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2015). *Censo Nacional Agropecuario: cuarta entrega de resultados 2014.* Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/entrega-definitiva/Boletin-4-Pobreza-y-educacion/4-Boletin.pdf
- DNP. (2010). *Promoción de la equidad y reducción de la pobreza.* Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>
- _. (2012) *Metodologías oficiales y arreglos institucionales para la medición de la pobreza en Colombia,* Documento CONPES 150. Bogotá: DNP.
- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4. Fichas metodológicas de exclusiones legales

4.1. Criterio exclusiones legales

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: EXCLUSIONES LEGALES		
TIPO DE CRITERIO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	✓

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- **Ecosistemas estratégicos:** corresponde a los polígonos de páramos.
- **Áreas protegidas:** corresponde a los polígonos de áreas del sistema de parques nacionales naturales, polígonos de parques naturales regionales y polígonos de reservas forestales protectoras, otras áreas protegidas locales y polígonos de zonas de preservación y recuperación para la preservación del Área de Manejo Especial de La Macarena (AMEM).
- *Otras áreas protegidas locales:* de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.
- **Áreas urbanas:** áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018).

- **Parques arqueológicos:** son áreas arqueológicas protegidas, declarados mediante resolución, los cuales han sido adaptados para recibir visitantes y que se encuentran bajo tutela del 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 PMA cuenta con el apoyo de entidades estatales para asegurar la conservación de estos espacios patrimoniales (Icanh, 2018).
- **Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, tipo A:** corresponde a los polígonos identificados como zonas tipo A de las zonas de Reserva Forestal Nacional.

DEFINICIÓN

Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del sistema nacional de parques nacionales naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM), otras áreas protegidas locales, áreas urbanas (ciudades capitales y centros poblados), parques arqueológicos y reservas forestales nacionales, tipo A.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

Permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar actividad productiva agrícola, dados los mandatos legales vigentes.

Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

Ecosistemas estratégicos (páramos): en lo referente a los ecosistemas de páramo, 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 agraria 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 explica que el Minambiente, el Minagricultura y el Minminas 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 vigencia de la Ley 1450 de 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 las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de recursos naturales no renovables, ni construcción de refinerías de hidrocarburos. El Minambiente delimitará las áreas de páramos al interior del área de referencia definida en la cartografía generada por el IAVH, a escala 1:100.000 o 1:25.000. En esta área, la autoridad ambiental regional deberá elaborar los estudios técnicos que permitan caracterizar el contexto ambiental, social y económico, de conformidad con los términos de referencia expedidos por el Minambiente. Al interior de dicha área, el ministerio deberá delimitar el área de páramo, con base en criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos (Ley 1753 de 2015, art. 173).

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, que reglamenta el SINAP, que incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora, y vía parque.

Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen la estructura, la composición y la 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, se considera un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute.

Esta zona de propiedad pública o privada, se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.

Zonas de preservación y recuperación para la preservación del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»* se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Las zonas identificadas como exclusiones son: a) Recuperación para la preservación, b) Recuperación para la preservación norte, c) Vertiente oriental y d) Recuperación para la preservación sur. Se detallan los siguientes polígonos de zonificaciones:

DMI Macarena Norte

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
- Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración.

DMI Losada-Perdido

Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

Cabecera municipal: área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

Centro poblado: concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área "resto municipal" o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.

Parques arqueológicos: el Decreto 833 de 2002 establece que el patrimonio arqueológico amerita una primordial protección del Estado tendiente a su conservación, cuidado, rehabilitación y divulgación, y a evitar su alto grado de vulnerabilidad, en especial teniendo en consideración que el territorio colombiano, en su totalidad, comporta un potencial espacio de riqueza arqueológica; por lo tanto, cualquier actividad productiva es incompatible con estas zonas. Estas áreas de exclusión legal incluyen solamente los parques arqueológicos.

Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2a 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 2a de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN

Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

La zonificación adelantada por el 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 para analizar las áreas protegidas se refiere a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura *«Zonas de protección y desarrollo de los recursos»* (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, una parte de estas áreas será elevada a la categoría área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas.

No se contemplan los parques arqueológicos que han sido declarados, pero carecen que de espacialización cartográfica por parte del Icanh. El prescindir de esta información en la zonificación de aptitud, no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de verificación ante la pretensión de implementar desarrollos productivos en zonas donde existan áreas de interés arqueológico.

Las resoluciones que zonifican las 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 (Resolución MADS 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, por lo tanto, la información que proviene de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

No aplica.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

De forma general, la metodología de evaluación se fundamenta en un análisis profundo de las normas vigentes. Para generar la información espacial, se parte de las capas oficiales que contienen la información actualizada de las áreas de páramo, las áreas protegidas, otras áreas protegidas, los parques arqueológicos, las áreas urbanas y las zonas de reserva forestal nacional tipo A. Una vez identificadas las variables presentes en la zona de estudio, se genera un mapa que identifique las variables evaluadas, la cuales serán sujeto de exclusión.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

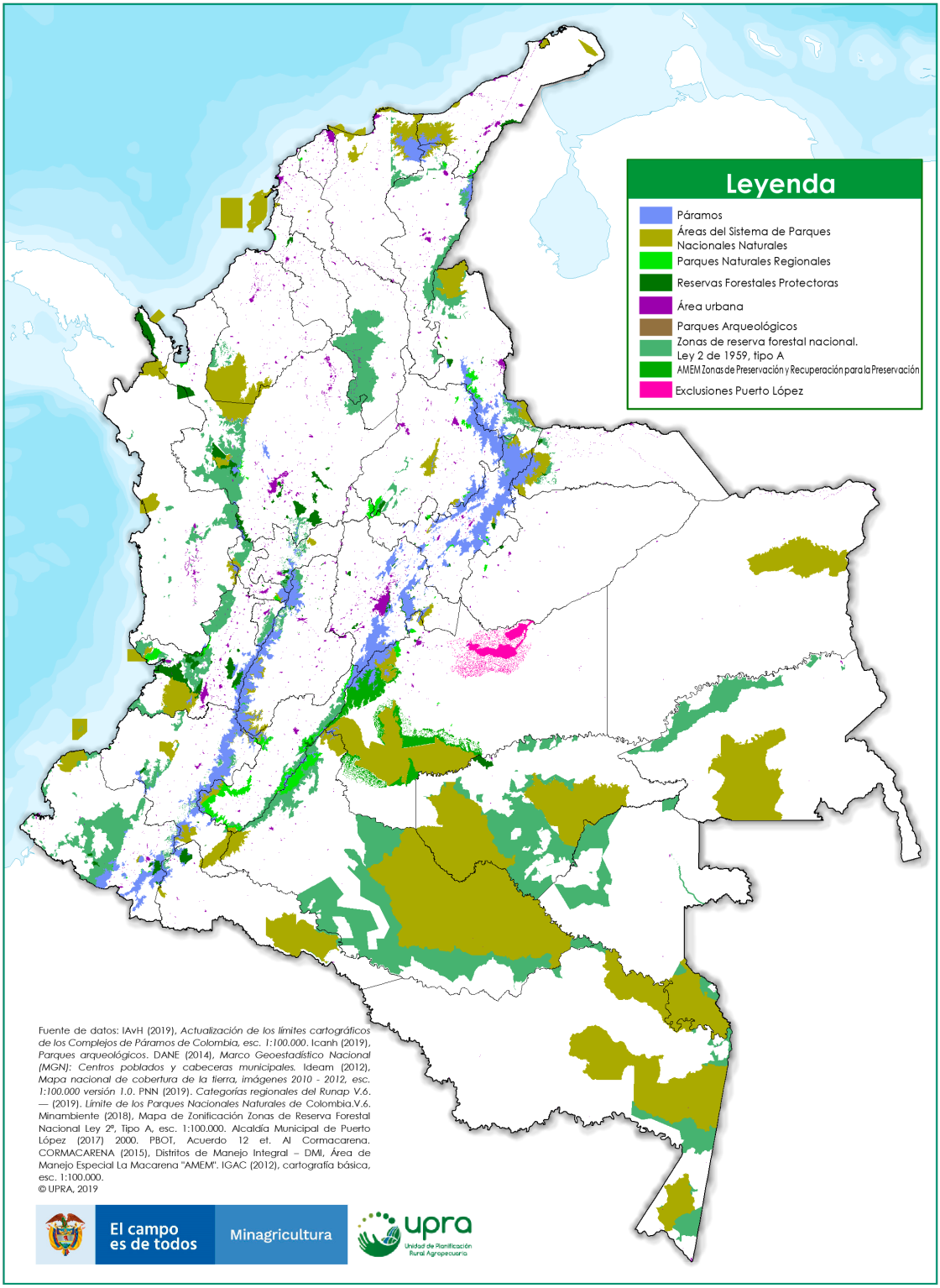
No aplica, por tratarse de una exclusión legal.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*
- Cormacarena. (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).*
- DANE. (2014). *Marco Geodésico Nacional (MGN): centros poblados y cabeceras municipales.*
- 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.*
- _. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.*

4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ecosistemas estratégicos (Páramos)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; son prestadores de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).

La zonificación considera como ecosistemas estratégicos los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

- El Consejo de Estado indica en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van su detrimento. 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 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 Instituto Alexander von Humboldt (IAvH), hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).

De acuerdo con la Resolución Minambiente 886 de 2018 *«Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de páramos delimitados y se establecen las directrices para diseñar, capacitar y poner en marcha programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias y se toman otras determinaciones»*, se viene avanzando en la zonificación de los páramos delimitados en relación a las actividades agropecuarias que se venían desarrollando con anterioridad al 16 de junio de 2011 al interior de estas áreas, mediante el diseño de los programas de sustitución y reconversión de las actividades agropecuarias, la capacitación y puesta en marcha de estos programas a cargo del Minagricultura a través de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), la Agencia Nacional de Desarrollo Rural (ADR), la Agencia Nacional de Tierras (ANT) y demás entidades adscritas y vinculadas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano de exportación, los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no solo son áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

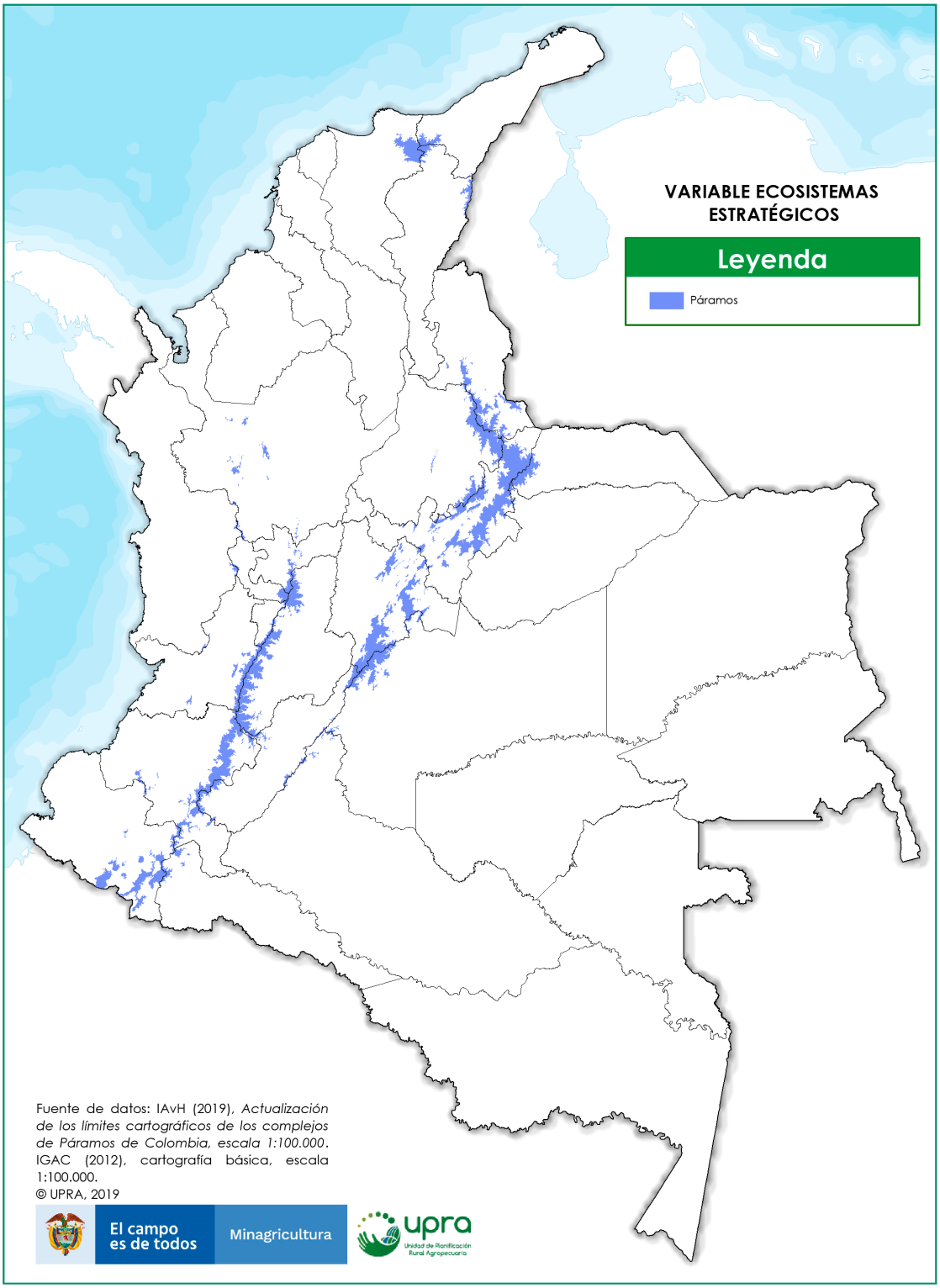
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN

Las áreas delimitadas corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos o ajustes en las mismas, que adelanta el Minambiente con el IAvH.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



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

4.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: áreas protegidas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓
DEFINICIÓN		

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del 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, que incluye las figuras de Parques Nacionales Naturales, Área Natural Única, Reservas Naturales, Santuarios de Fauna, Santuarios de Fauna y Flora y Vía Parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.

Parques Naturales Regionales: de 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. Uso: 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.

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. Uso: 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.

Zonas de preservación y restauración para la preservación del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989, *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena, la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y*

zonifica su territorio y se fijan sus límites reales», entre su zonificación se definen zonas para la preservación y recuperación para la preservación en los Distritos de Manejo Integrado que hacen parte del AMEM. Se consideran exclusiones:

DMI Macarena Norte:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.
- Zona de recuperación para la preservación: áreas de uso de preservación y áreas de uso de restauración.

DMI Losada-Perdido:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de preservación.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano de exportación, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

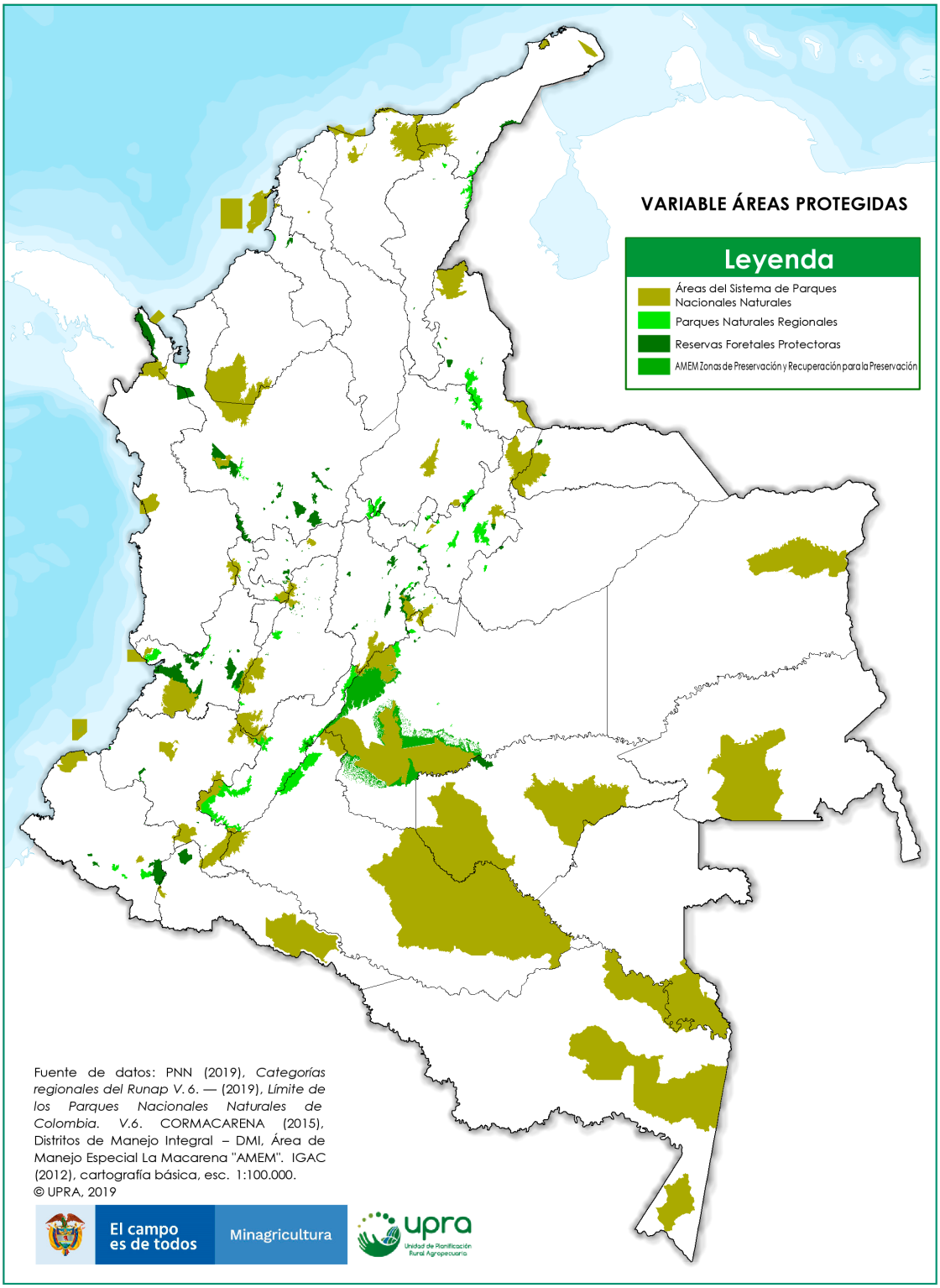
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando nuevas áreas. Sobre este aspecto, es necesario resaltar que dentro de los criterios condicionantes se evalúa la figura *«Zonas de protección y desarrollo de los recursos»* (tanto de carácter regional como nacional), en las cuales queda implícito que, en el futuro, es posible que una parte de estas pueda convertirse en un área protegida, lo cual implica que cambia de condicionante a exclusión legal. Lo anterior implica la necesidad de mantener actualizada la información cartográfica para que las exclusiones incluyan las nuevas áreas protegidas que se van creando.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, polígonos de Parques Naturales Regionales y polígonos de las Reservas Forestales Protectoras.
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- Cormacarena. (2015). Distritos de manejo integrado –DMI. Área de manejo especial La Macarena -AMEM.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.*
- _. (2019). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia V.6.*

4.1.3. Otras áreas protegidas locales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: otras áreas protegidas locales		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 de Cormacarena de 2012, se establecen como exclusiones las siguientes áreas: bosques de galería, rondas de caño y ríos secundarios buffer de 30 m, rondas principales buffer de 100 m, Parque Municipal Yucao, Reserva Natural del Alto de Menegua y microcuencas que surten acueductos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo tecnificado de banano de exportación, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

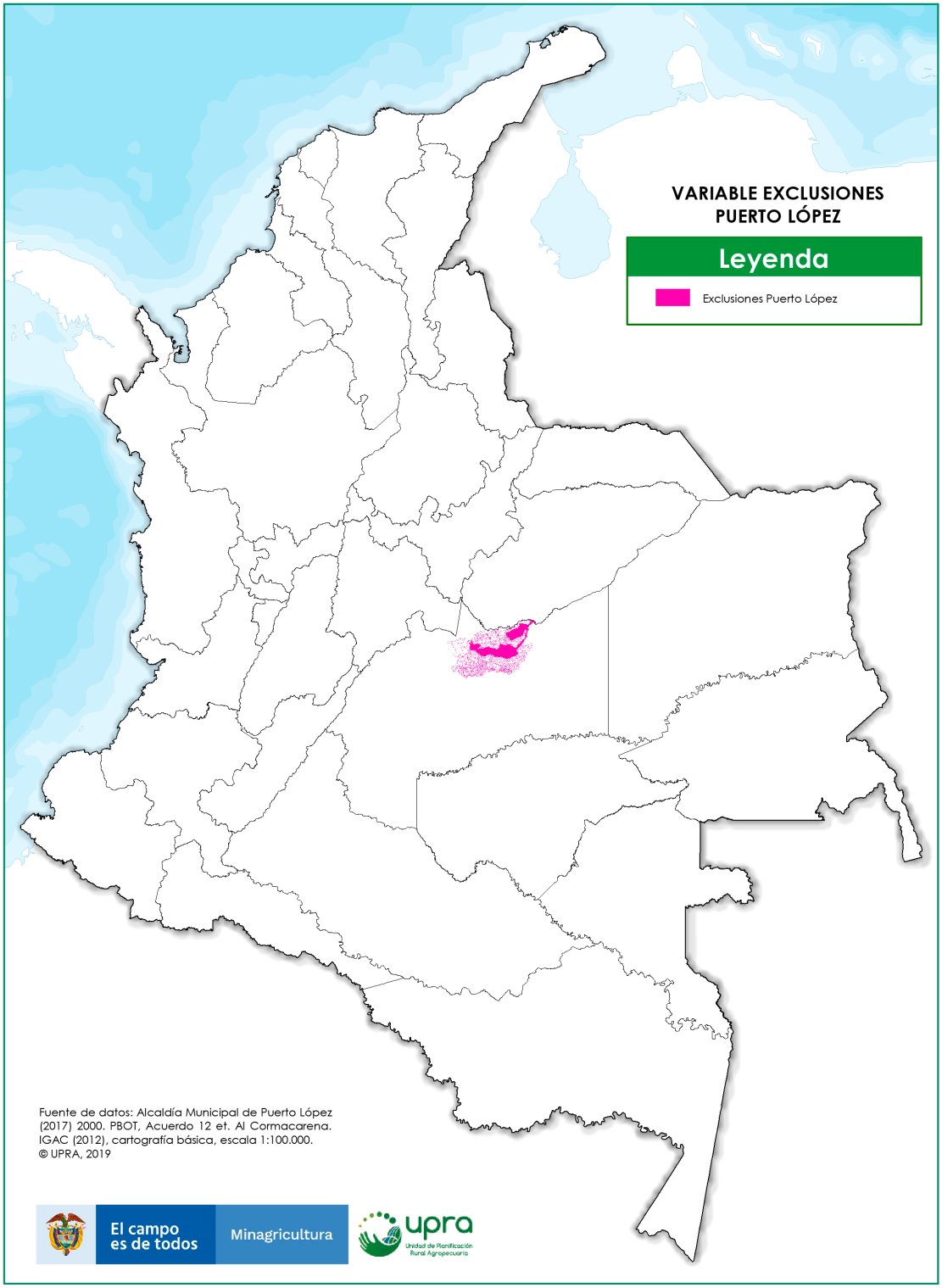
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La principal limitante para analizar las áreas protegidas está referido a su dinámica, ya que constantemente se están creando y definiendo nuevas áreas de conservación y protección que se van creando.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*
- Cormacarena. (2015). *Distritos de Manejo Integrado – DMI. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

4.1.4. Variable áreas urbanas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: áreas urbanas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Áreas conformadas por conjuntos de edificaciones y estructuras contiguas agrupadas en manzanas censales que por lo general cuentan con una dotación de servicios esenciales tales como acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, hospitales, colegios, entre otros. En esta categoría están incluidas las cabeceras municipales y los centros poblados (DANE, 2018).

Cabecera municipal: área geográfica que está definida por un perímetro urbano, cuyos límites se establecen por acuerdos del Concejo Municipal. Corresponde al lugar donde se ubica la sede administrativa de un municipio.

Centro poblado: concentración mínima de veinte viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área resto municipal o en un área no municipalizada (corregimiento departamental). Contempla los núcleos de población de los corregimientos municipales, inspecciones de policía y caseríos.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Establece la posibilidad de identificar las áreas que, por ser destinadas a usos urbanos, no son aptas para el establecimiento y desarrollo de actividades productivas agropecuarias, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 388 de 1997.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de una exclusión legal.

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La escala cartográfica para el tratamiento de los datos es 1:100.000, por lo que se recomienda consultar las clases y categorías de usos del suelo establecidas en los Planes de Ordenamiento Territorial por los municipios, previo al desarrollo de la actividad productiva.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

DANE. 2014. Marco Geoestadístico Nacional. Cabeceras municipales y centros poblados.

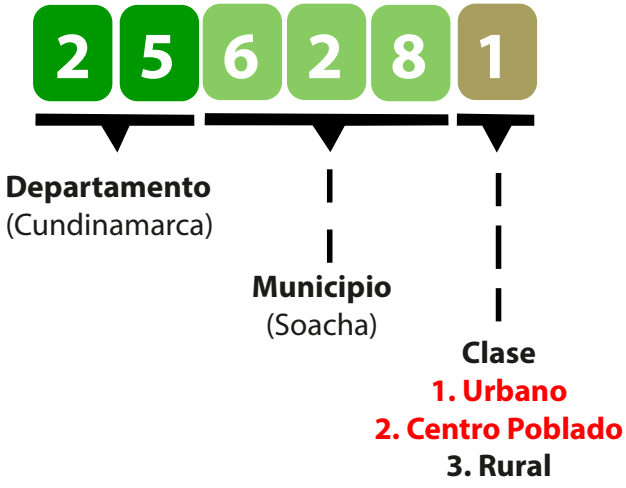
Ideam. 2012. Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

2. Precisiones de la información.

La información del DANE corresponde a las clases 1 (urbano) y 2 (centro poblado) de la posición 6 del código del Marco Geoestadístico Nacional como se muestra a continuación:

Conformación del código del Marco Geoestadístico Nacional



Fuente: Elaboración propia con base en DANE (2018)

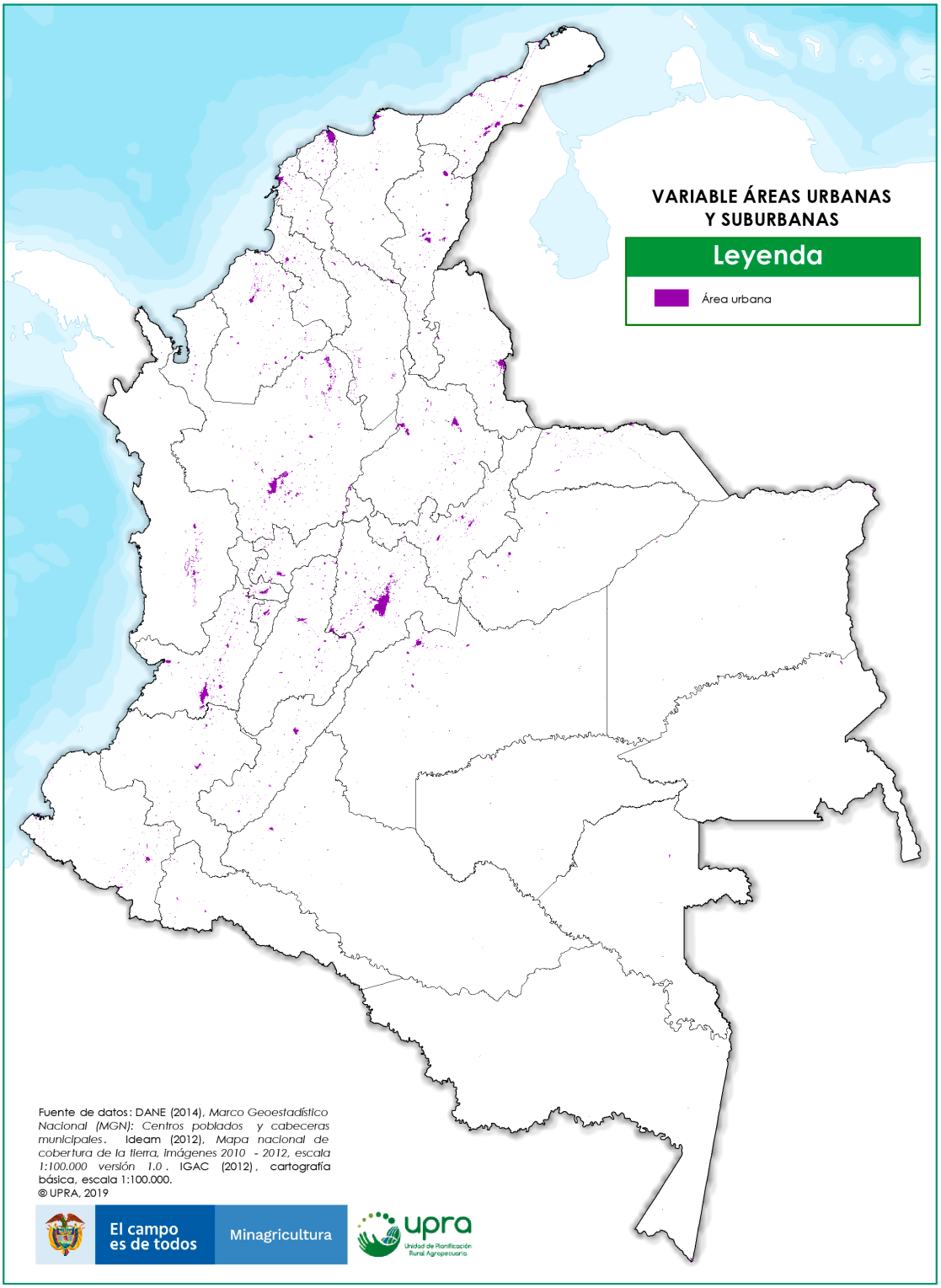
Los datos tomados del mapa de coberturas del Ideam corresponden a los polígonos clasificados como territorios artificializados.

En Colombia existen 1112 áreas urbanas que corresponden a cabeceras municipales, áreas metropolitanas o centros poblados. De este grupo 145 tienen una extensión igual o inferior a las 25 ha, es decir que a la escala cartográfica de trabajo no son visibles.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



Unidad de análisis	Polígonos correspondientes a cabeceras municipales y centros poblados

FUENTES DE INFORMACIÓN

DANE. (2018). *Manual de uso del Marco Geoestadístico Nacional. Glosario.* Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/files/RegulacionEstadistica/Manual_MGN.pdf>

_. (2014). *Marco Geoestadístico Nacional (MGN). Centros poblados y cabeceras municipales.*

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. Bogotá: IGAC.

4.1.5. Variable parques arqueológicos

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: parques arqueológicos		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Áreas arqueológicas protegidas declaradas mediante resolución por el Icanh, que pueden incluir terrenos de propiedad pública o particular, para la protección, conservación rehabilitación, divulgación y recuperación del patrimonio cultural de la nación. La integridad de estas áreas se garantiza mediante el Plan de Manejo Arqueológico que apruebe el Icanh.

Plan de Manejo Arqueológico: concepto técnico de obligatoria atención emitido o aprobado por la autoridad competente respecto de específicos contextos arqueológicos, bienes muebles e inmuebles integrantes de dicho patrimonio o zonas de influencia arqueológica. El Plan de Manejo establece oficiosamente o a solicitud de sus tenedores, los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación (numeral 10, art. 1°, Decreto 833 de 2002, Mincultura).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Los Parques Arqueológicos debidamente delimitados y con titularidad a nombre de entidades públicas, son exclusiones legales dado que tienen autonomía para establecer el manejo de esta área geográfica.

Adicionalmente, el Decreto 833 de 2002, que reglamenta la Ley General de Cultura 397 de 1997 en materia de Patrimonio Arqueológico, en concordancia con los artículos 63 y 72 de la Constitución política de Colombia menciona: *«los bienes muebles e inmuebles de carácter arqueológico (…) integran el patrimonio arqueológico, el cual pertenece a la Nación, es inalienable, imprescriptible e inembargable» y más adelante en la norma*

complementa: «...los bienes integrantes del patrimonio arqueológico son bienes de interés cultural que hacen parte del patrimonio cultural de la Nación».

Se debe tener en cuenta que la condición de "inembargables, imprescriptibles e inalienables" de acuerdo con las leyes 397 del 1997 y 1185 del 2008 hace referencia a los bienes de interés cultural de propiedad de entidades públicas.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de una exclusión legal.

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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos fueron analizados de la información cartográfica facilitada por el Icanh (2019), Parques arqueológicos declarados. Los parques arqueológico definidos como exclusiones son:

Parque Arqueológico	Zona
Tierradentro	Segovia
	El Tablón
	Alto de San Andrés
Sogamoso	Directa
San Agustín	Mesitas
Hacienda El Carmen	Directa
Cerro El Volador	Directa
Alto de Los Ídolos	Directa
UPTC Tunja	Directa
Ciudad Perdida	Directa
	Área de influencia
Piedras Blancas	Directa

Parque Arqueológico	Zona
Tequendama	Directa
Alto de Las Piedras	Directa
El Abra	Directa
El Infiernito	Directa
La Lindosa	Raudal
	Nuevo Tolima
	Los Alpes
	Limoncillo
	Campanilla
	Cerro Azul
Serranía del Chibiriquete	Directa

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Icanh. (2019). *Parques arqueológicos.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

4.1.6. Variable zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, tipo A

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, tipo A		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓

DEFINICIÓN

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2a de 1959. Se compone de siete Zonas Reservas Forestales Nacionales (ZRFN): 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 Zonas de Reserva Forestal Nacional definió 3 zonas tipo, denominadas A, B y C, y 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 (Resolución Minambiente 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Estas zonas tipo A son tomadas como exclusión para esta zonificación. Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

a. Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2a de 1959.
b. Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959.
c. Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959.
d. Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.

e. Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959.
f. Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959.
g. Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959.
h. Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de la zonificación, las zonas tipo A de las Zonas de Reserva Forestal Nacional son consideradas como determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Las resoluciones que zonifican las 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,

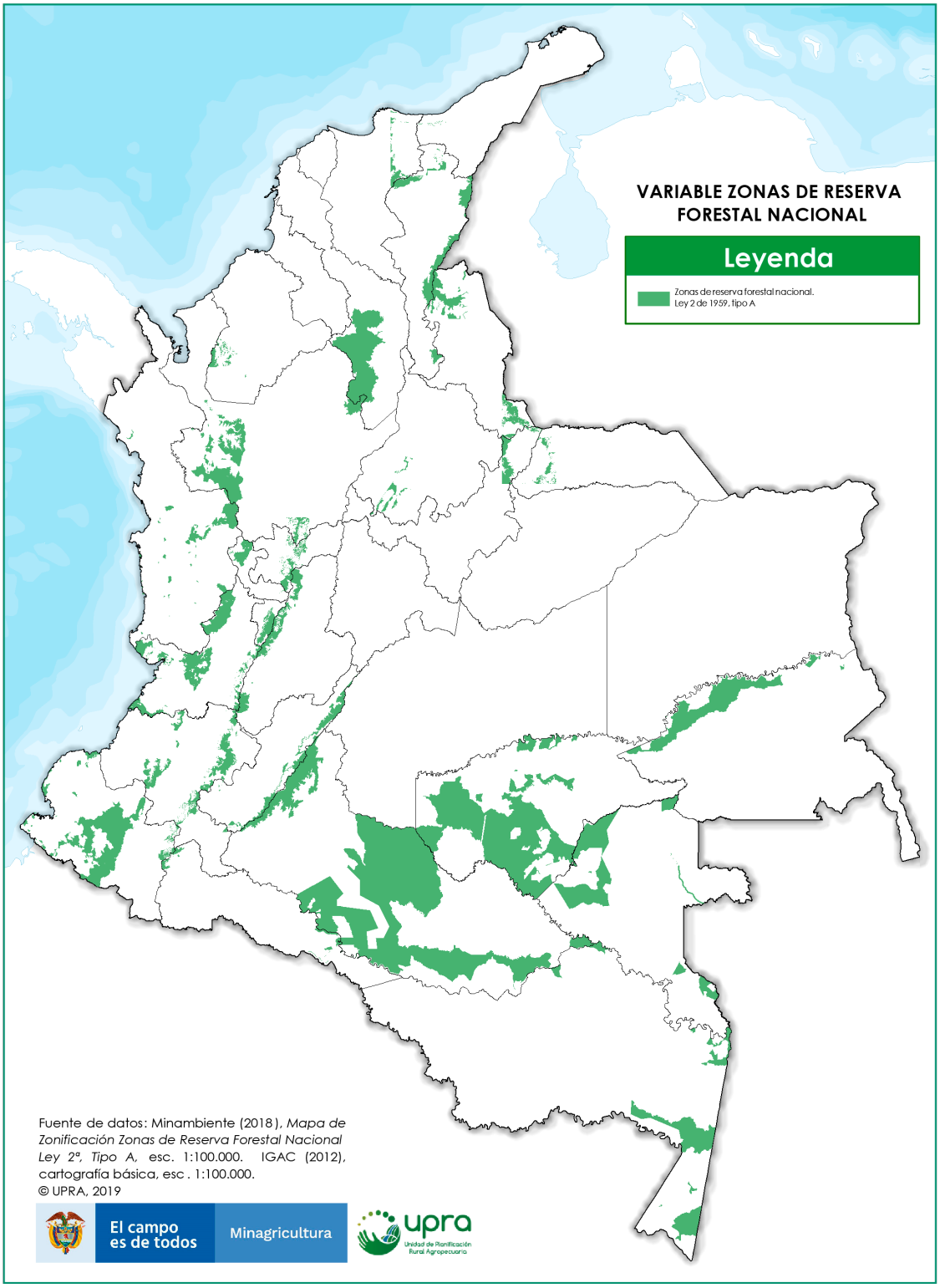
METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte de las zonificaciones de cada una de las Reservas Forestales Nacionales de Ley 2ª de 1959 adelantadas por el Minambiente donde se identifican las zonas tipo A.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

EXCLUSIONES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo A, escala 1:100.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

5. Fichas metodológicas de condicionantes legales

5.1. Criterio condicionantes legales

FICHA METODOLÓGICA DEL CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: CONDICIONANTES LEGALES		
TIPO DE CRITERIO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO

- **Ecosistemas estratégicos:** polígonos de bosque seco tropical, polígonos de manglares, polígonos de humedales y buffer 30 m a lado y lado de los cauces sencillos.
- **Áreas protegidas:** polígonos de distritos de manejo integrado (DMI), polígonos de Zonas de Producción y Recuperación para la Producción del AMEM, polígonos de distritos de conservación de suelos (DCS), polígonos de áreas de recreación, polígonos de reservas naturales de la sociedad civil, polígonos de zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente.
- **Otras áreas protegidas locales:** de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.
- **Zonas de Reserva Forestal Nacional:** polígonos de las zonas tipo B y C de las Zonas de Reserva Forestal Nacional.
- **Distinciones internacionales:** polígonos de Reservas de la Biosfera y polígonos de humedales Ramsar.
- **Áreas de interés cultural y social:** polígonos de tierras de las comunidades negras, polígonos de áreas reservadas para las comunidades negras, polígonos de resguardos indígenas, polígonos de zonas de reserva campesina, polígonos de paisaje cultural cafetero y polígonos de áreas arqueológicas protegidas.

DEFINICIÓN

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 del cultivo tecnificado de banano de exportación.

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

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

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales, y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La metodología de evaluación consistió en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y, posteriormente, obtener la cartografía oficial de la información.

Por medio de esta información es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las variables que conforman los condicionantes legales. De ser el caso, se espacializa y se genera el mapa correspondiente.

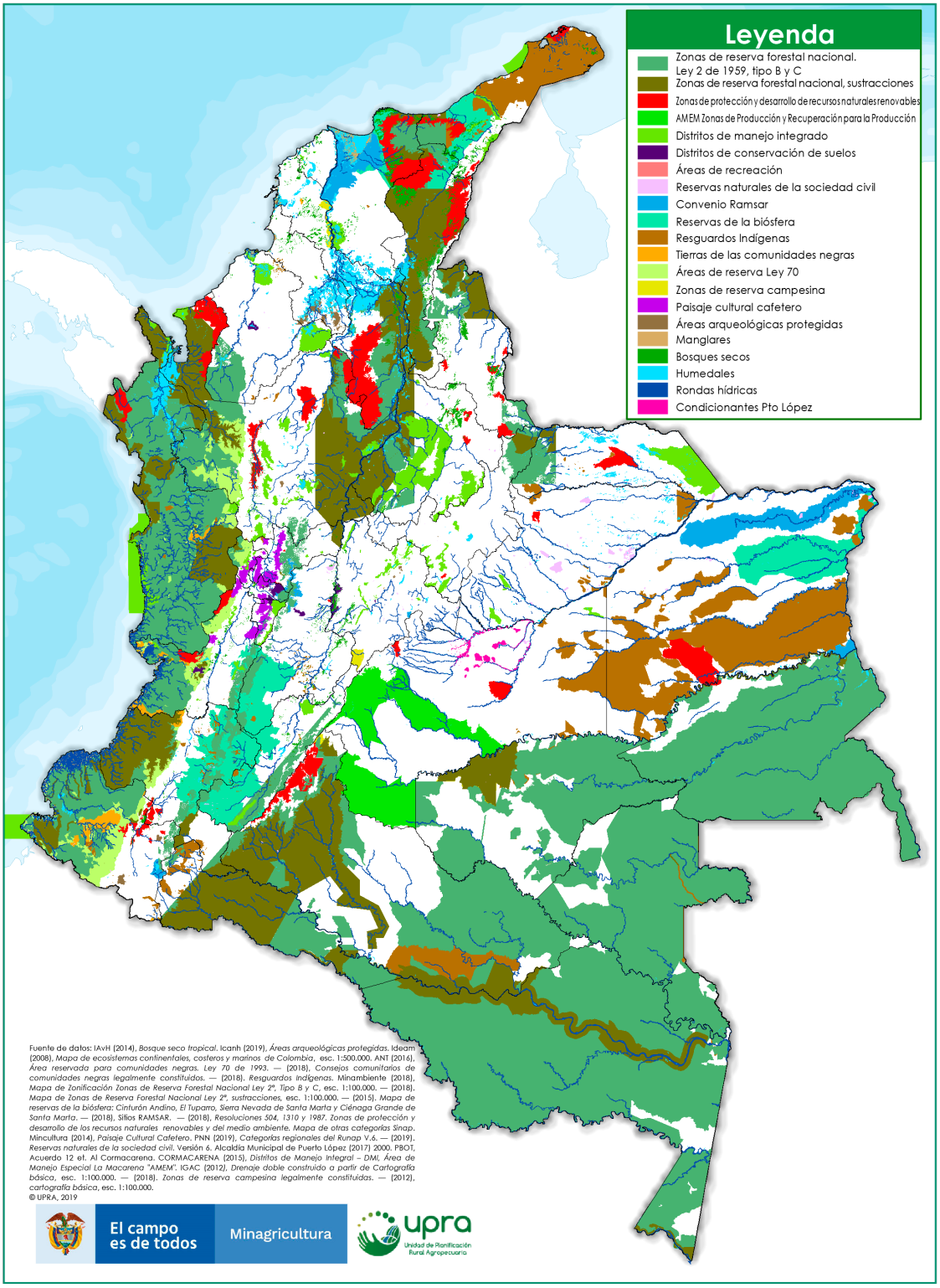
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplican rangos para los condicionantes (C1).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

CONDICIONANTES LEGALES



Fuente de datos: IAvH (2014), *Bosque seco tropical*. Icanh (2019), *Áreas arqueológicas protegidas*. Ideam (2008), *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*, esc. 1:500.000. ANT (2016), *Área reservada para comunidades negras. Ley 70 de 1993*. — (2018), *Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidas*. — (2018). *Resguardos Indígenas*. Minambiente (2018), *Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo B y C*, esc. 1:100.000. — (2018), *Mapa de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones*, esc. 1:100.000. — (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta*. — (2018), Sitios RAMSAR. — (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*. Mincultura (2014), *Paisaje Cultural Cafetero*. PNN (2019), *Categorías regionales del Runap V.6*. — (2019), *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6*. Alcaldía Municipal de Puerto López (2017) 2000. PBOT, Acuerdo 12 et. Al Cormacarena. CORMACARENA (2015), *Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM"*. IGAC (2012), *Drenaje doble construido a partir de Cartografía básica*, esc. 1:100.000. — (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidas*. — (2012), *cartografía básica*, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*

ANT. (2016). *Áreas reservadas para comunidades negras. Ley 70 de 1993.*

_. (2018). *Consejos comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.*

_. (2018). *Resguardos indígenas.*

Cormacarena. (2015). *Distrito de Manejo Integrado –DMI–, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".*

IAvH. (2014). *Bosques secos tropical.*

Icanh. (2019). *Áreas arqueológicas protegidas.*

Ideam et al. (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*

IGAC. (2012). Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.

_. (2018). *Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.*

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

Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª tipos B y C, escala 1:100.000.*

_. (2018). *Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000.*

_. (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*

_. (2018). *Sitios Ramsar.*

_. (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.*

Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*

PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V. 6.*

_. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupa aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, y que son incompatibles con el desarrollo del cultivo tecnificado de banano de exportación. Las consideraciones definidas para esta variable se muestran a continuación:

Los ecosistemas de manglar y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su valor ecosistémico o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo tecnificado de banano de exportación.

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.

Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar es posible obtener alcohol, papel para envolver cigarrillos, colorantes, fibras sintéticas, incienso, palo de fósforos y pegamentos. La corteza de algunas especies se aprovecha para la extracción de taninos, químicos que facilitan el proceso de la curtiembre.

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 su 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 de 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 m, las cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).

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 ancho, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

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 No. 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 con 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.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los fines vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, su uso está condicionado a estudios con mayor nivel de detalle.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Generalmente estas zonas no cuentan con una delimitación a escala regional, lo cual motiva que sean considerados como figuras normativas que requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias. Es necesario determinar si la autoridad ambiental regional ha definido y reglamentado las normas que fijan la Estructura Ecológica Principal de su territorio; si estas áreas aparecen identificadas y reglamentadas deberán ser tratadas como una exclusión legal.

En lo referente a rondas hídricas, es necesario mencionar que la delimitación específica de cada cauce, debe obedecer a lo que establezcan las autoridades ambientales respectivas. Para la zonificación de aptitud se toman 30 m; no obstante, estas podrán tener una mayor o menor longitud.

Es función de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) efectuar, en el área de su jurisdicción y en el marco de sus competencias, el acotamiento de la faja paralela a los cuerpos de agua a que se refiere el literal d del artículo 83 del Decreto Ley 2811 de 1974, y el área de protección o conservación aferente, para lo cual se deberán realizar los estudios correspondientes, conforme a los criterios que defina el Gobierno nacional (Ley 1450 de 2011).

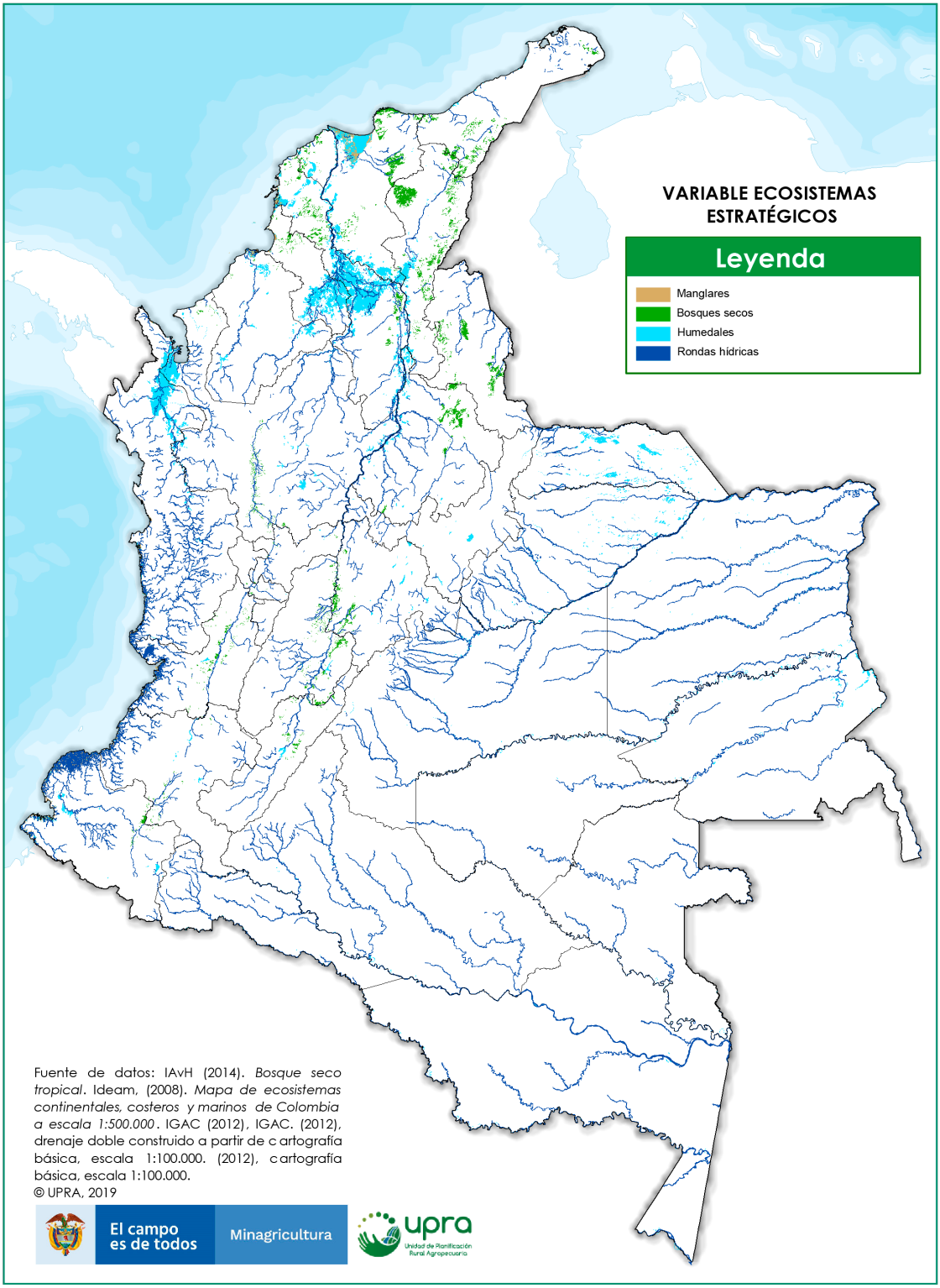
METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

CONDICIONANTES LEGALES



Fuente de datos: IAvH (2014). *Bosque seco tropical*. Ideam, (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000*. IGAC (2012). IGAC. (2012), drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000. (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Unidad de análisis	Polígonos que comprenden las áreas de bosque seco tropical, humedales, manglares. Para la generación de la información cartográfica se parte de la cartografía básica del IGAC, donde se definen los cauces sencillos. Una vez definidos los cauces se toman un buffer de 30 m, a lado y lado del cauce.
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- IAvH. (2014). *Bosque seco tropical.*
- Ideam. (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- _. (2012). *Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, escala 1:100.000.*

5.1.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: áreas protegidas		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Agrupa aquellas áreas protegidas cuyas categorías de manejo requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de cultivo tecnificado de banano de exportación; aunque no prohíba la actividad como tal, si genera un condicionamiento al posible uso de dichas áreas. Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Distritos de Manejo Integrado (DMI): de acuerdo 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.

Distritos de Conservación de Suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015 define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de

fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.

Áreas de recreación: conforme al artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.

Zonas de producción y recuperación para la producción del AMEM: de acuerdo con el Decreto 1989 de 1989 *«Por el cual se declara Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM), la Reserva Sierra de la Macarena, se clasifica y zonifica su territorio y se fijan sus límites reales»*, entre su zonificación se definen las siguientes zonas: a) recuperación para la producción occidente, b) preservación vertiente oriental, c) producción Ariari-Guayabero, d) recuperación para la preservación sur y e) recuperación para la producción sur.

Se consideran condicionantes:

DMI Macarena Norte:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración y áreas de uso sostenible (áreas de uso para el desarrollo y áreas de uso para el aprovechamiento sostenible).

DMI Losada-Perdido:

- Zona de recuperación para la producción: áreas de uso de restauración para la preservación, áreas de uso de restauración para recuperación-rehabilitación y áreas de uso sostenible.

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.

Otras áreas protegidas: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.

Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del Minambiente, se declaran las zonas de protección como medida de precaución de carácter nacional (áreas protegidas nacionales en proceso de declaratoria por parte de Parques Nacionales Naturales) y de carácter regional (áreas protegidas regionales en proceso de declaratoria por parte de las CAR). La Resolución 1987 de 2018, prorroga la duración de estas zonas, adicionalmente modifica por aumento o disminución de área dichas zonas.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio. Cada una de las categorías consideradas genera un condicionante a su uso, pues si bien no lo prohíbe, requiere

de una revisión de la zona apta en relación a las condiciones normativas de la figura o figuras con la que se superpone.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Cada una de las figuras protegidas en teoría debe contar con su respectivo plan de manejo, en el cual se definen los usos permitidos del área que aparece bajo una figura de protección. Sin embargo, no todas las áreas protegidas tienen un plan de manejo formulado, lo cual implica que, a pesar de que estén delimitadas, aún no tienen definido el uso por lo cual no es posible definir en qué zonas sí es posible desarrollar cultivo tecnificado de banano de exportación o en las que por el contrario está prohibido el desarrollo de actividades productivas.

METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

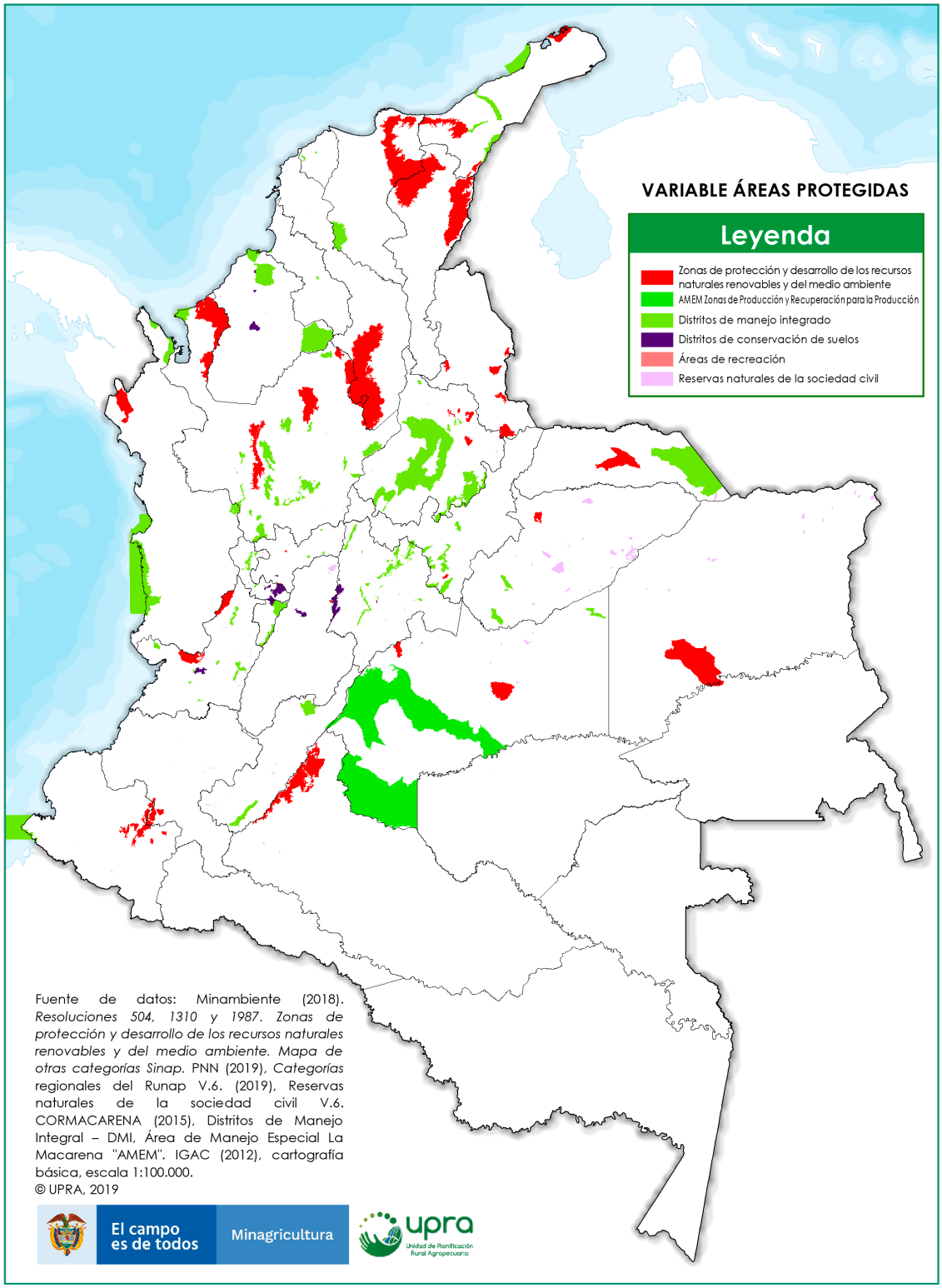
Para la generación de cartografía, se parte de las capas que contienen la información espacial de cada una de las figuras consideradas. Por medio de esta información, es posible identificar si en la zona de estudio se localiza alguna de las figuras de protección que integran esta variable.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

CONDICIONANTES LEGALES



Fuente de datos: 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*. PNN (2019), *Categorías* regionales del Runap V.6. (2019), Reservas naturales de la sociedad civil V.6. CORMACARENA (2015), Distritos de Manejo Integral – DMI, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM". IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos Minagricultura

upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cormacarena. (2015). *Distrito de manejo integrado –DMI–, Área de Manejo Especial La Macarena "AMEM".*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). *Resoluciones 504, 1310 y 1987. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.*
- PNN. (2019). *Categorías regionales del Runap V.6.*
- _. (2019). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 6.*

5.1.3. Otras áreas protegidas locales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: otras áreas protegidas locales		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta condicionante legal corresponden a:

Otras áreas protegidas locales: de acuerdo con el PBOT del municipio de Puerto López de 2017 y el Acuerdo 12 Cormacarena de 2012, se consideran como condicionantes las siguientes áreas: lagunas, zonas de amenaza y riesgo por inundación, zonas de amenaza y riesgos por deslizamientos y el resguardo Humapo-La Victoria.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aunque posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales que condicionan el desarrollo de las actividades agropecuarias en el territorio.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (N2).

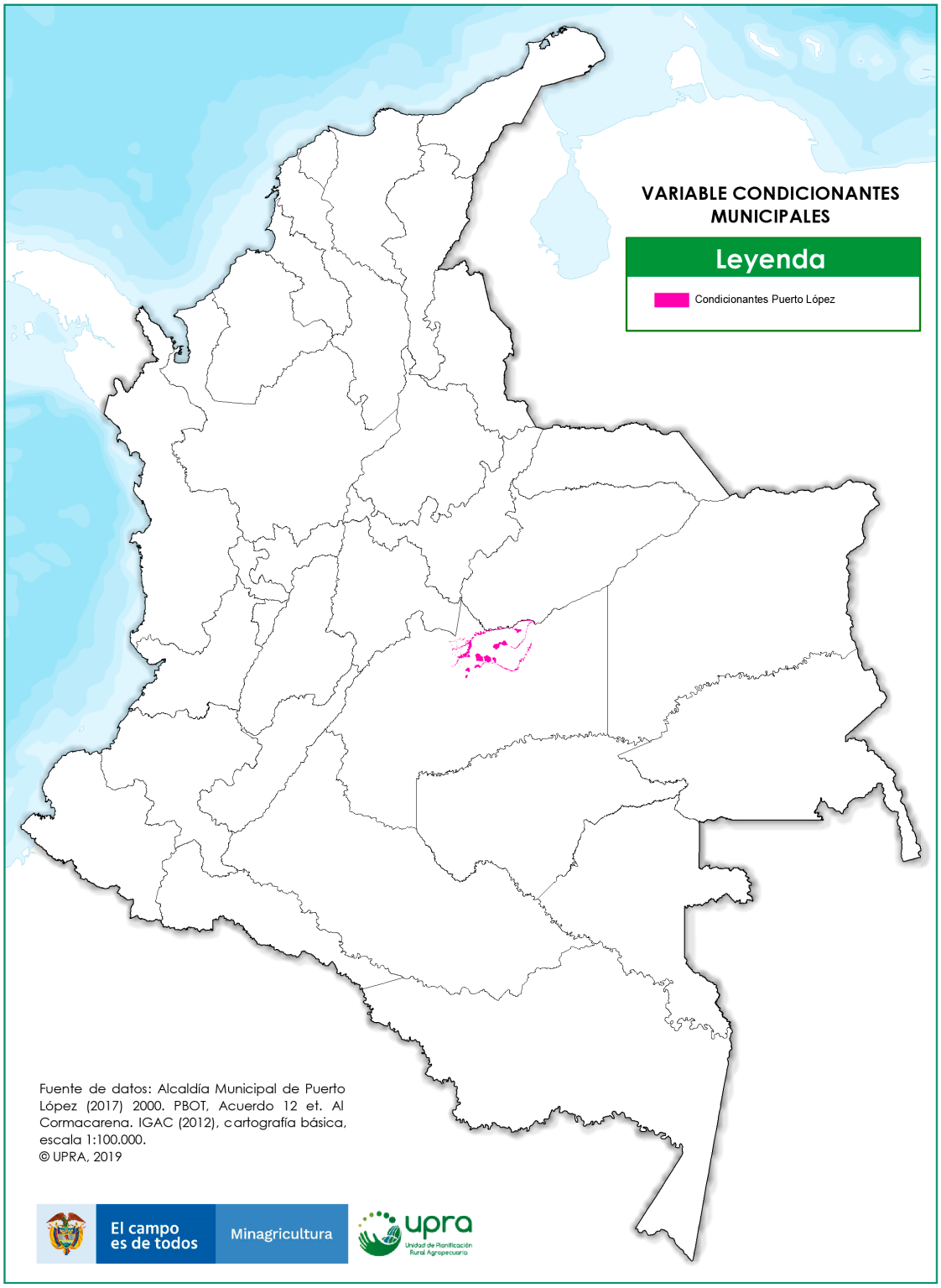
LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

CONDICIONANTES LEGALES



Unidad de análisis	Zonas de protección declaradas en el PBOT de Puerto López
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- Alcaldía Municipal de Puerto López. (2017). *PBOT, Acuerdo 12 et al. Cormacarena.*
- Cormacarena. (2015). *Distritos de Manejo Integrado –DM–I. Área de Manejo Especial La Macarena (AMEM).*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

5.1.4. Variable zonas de reserva forestal nacional de Ley 2a de 1959, tipo B y C

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: Zonas de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959, Tipo B y C		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Las Zonas de Reserva Forestal Nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de Los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

Esta condicionante comprende las zonas B y C de la zonificación de las Zonas de Reserva Forestal Nacional. Las zonas son definidas de la siguiente manera:

Zona tipo B: zonas que se caracterizan por tener coberturas favorables para un manejo sostenible del recurso forestal mediante un enfoque de ordenación forestal integral y la gestión integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. (Resolución Minambiente 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Zona tipo C: zonas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de las actividades productivas agroforestales, silvopastoriles y otras compatibles con los objetivos de la Reserva Forestal, que deben incorporar el componente forestal y que no impliquen la reducción de las áreas de bosque natural presentes en sus diferentes estados sucesionales. (Resolución Minambiente 1922 de 2013, que corresponde a la adopción de la zonificación de la Zona de Reserva Forestal Central).

Las zonificaciones se adoptaron mediante las siguientes resoluciones:

- Resolución 1277 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2ª de 1959, para los departamentos de Amazonas, Cauca, Guainía, Putumayo y Vaupés.

- Resolución 1276 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta, establecida en la Ley 2a de 1959.
- Resolución 1275 de 2014, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2a de 1959.
- Resolución 1926 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Pacífico, establecida en la Ley 2a de 1959.
- Resolución 1925 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Amazonía, establecida en la Ley 2a de 1959, para los departamentos de Caquetá, Guaviare y Huila.
- Resolución 1924 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del río Magdalena, establecida en la Ley 2a de 1959.
- Resolución 1923 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y ordenamiento de la Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones, establecida en la Ley 2a de 1959.
- Resolución 1922 de 2013, mediante la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal Central, establecida en la Ley 2a de 1959.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, se facultó al Minambiente a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada; por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin (numeral 18, art. 5° de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Para los propósitos de los ejercicios de zonificación, las reservas forestales de la Ley 2a de 1959, permiten identificar aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural y/o ambiental para el desarrollo y establecimiento de cultivo tecnificado de banano de exportación.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En 2015 para las Zonas de Reserva Forestal Nacional se establece que tanto en las zonas tipo A, B o C, se pueden adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, la información de este insumo deberá ser actualizada, en función de las nuevas sustracciones realizadas en las reservas.

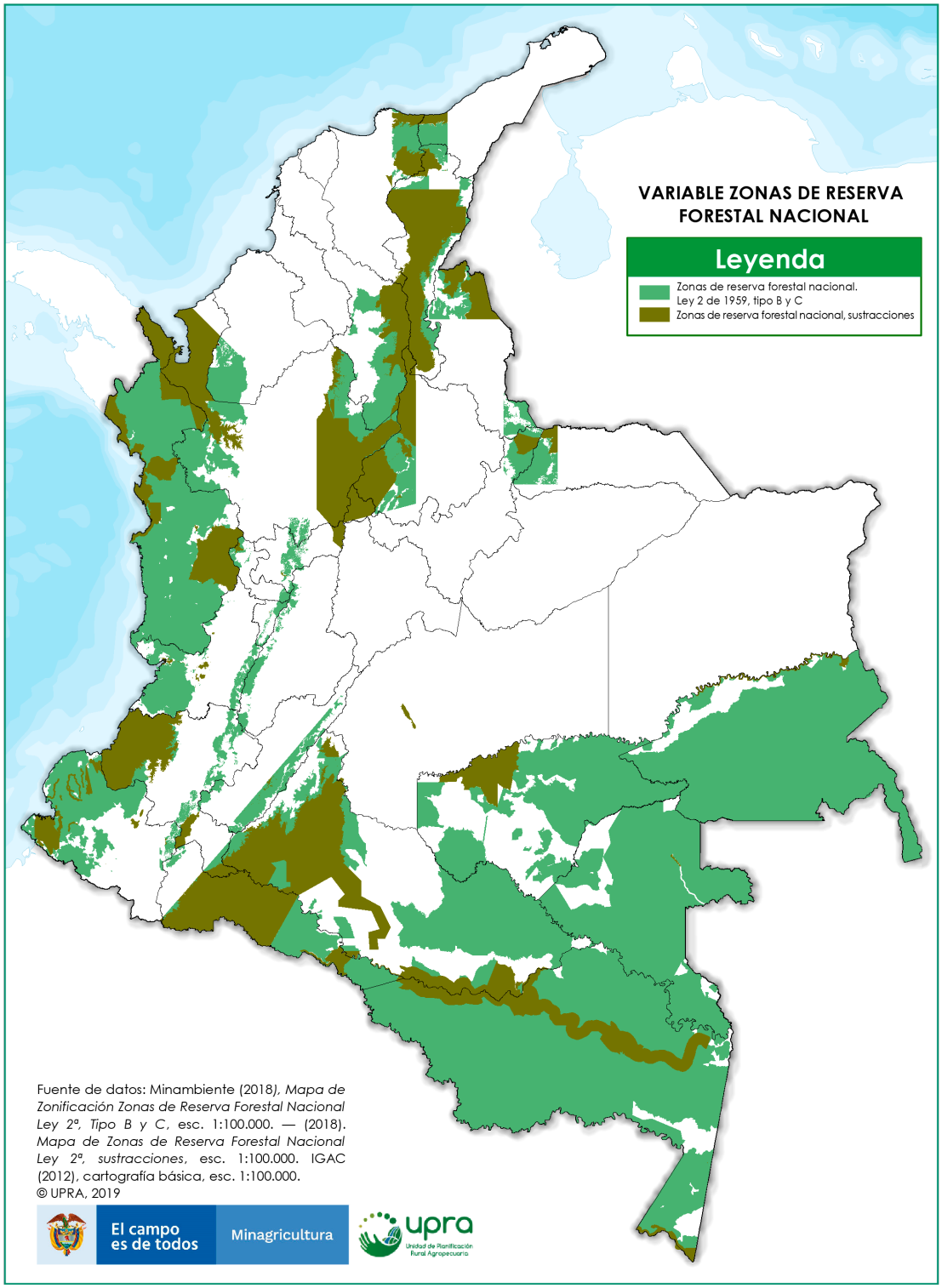
METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la generación de la información cartográfica se parte del mapa de Reservas Forestales Nacionales de Ley 2a de 1959, identificando las zonas tipo B y C y del análisis cartográfico del mapa de sustracciones de Reserva Forestal Nacional de Ley 2a de 1959 oficial del Minambiente.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

CONDICIONANTES LEGALES



Fuente de datos: Minambiente (2018), *Mapa de Zonificación Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, Tipo B y C*, esc. 1:100.000. — (2018). *Mapa de Zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones*, esc. 1:100.000. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Unidad de análisis	Polígonos correspondientes las ZRFN y sustracciones de Reserva Forestal Nacional, tipos B y C
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2018). *Mapa de zonificación de Zonas de Reserva Forestal Nacional de la Ley 2ª, Tipos B y C, escala 1:100.000.*
- _. (2012). *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2ª, escala 1:100.000.*
- _. (2018). *Mapa de zonas de Reserva Forestal Nacional Ley 2ª, sustracciones, escala 1:100.000.*

5.1.5. Variable distinciones internacionales

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: distinciones internacionales		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Los condicionantes por distinciones internacionales agrupan aquellos lugares que por factores de orden ecológico motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional, y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados. El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso, o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación.

Las consideraciones legales para esta variable se muestran a continuación:

Reservas de la Biosfera: de acuerdo con la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural (<www.unesco.org>), los Estados participantes se obligan a prestar su concurso para identificar, proteger, conservar y revalorizar el patrimonio cultural y natural (artículo 6), y a no tomar medidas que le puedan causar daño, directa o indirectamente (cinturón andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta, Ciénaga Grande de Santa Marta, Seaflower).

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.

Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la *«Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas»*; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (art. 3°), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas creando reservas naturales en aquellos (artículo 4°).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle, para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La delimitación de las Reservas de la Biosfera no representa una identidad ecosistémica sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse con mayor detalle.

Por este motivo requieren estudios adicionales que deben ser analizados en conjunto con las autoridades ambientales competentes. De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, dependiendo del nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación.

Las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas, que representan un patrimonio étnico de interés para el país, cuyos principios de vida, cultura y relacionamiento con el entorno natural, han de respetarse para no ponerse en riesgo. En estos lugares, la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta, precaución u otros que determine la legislación colombiana.

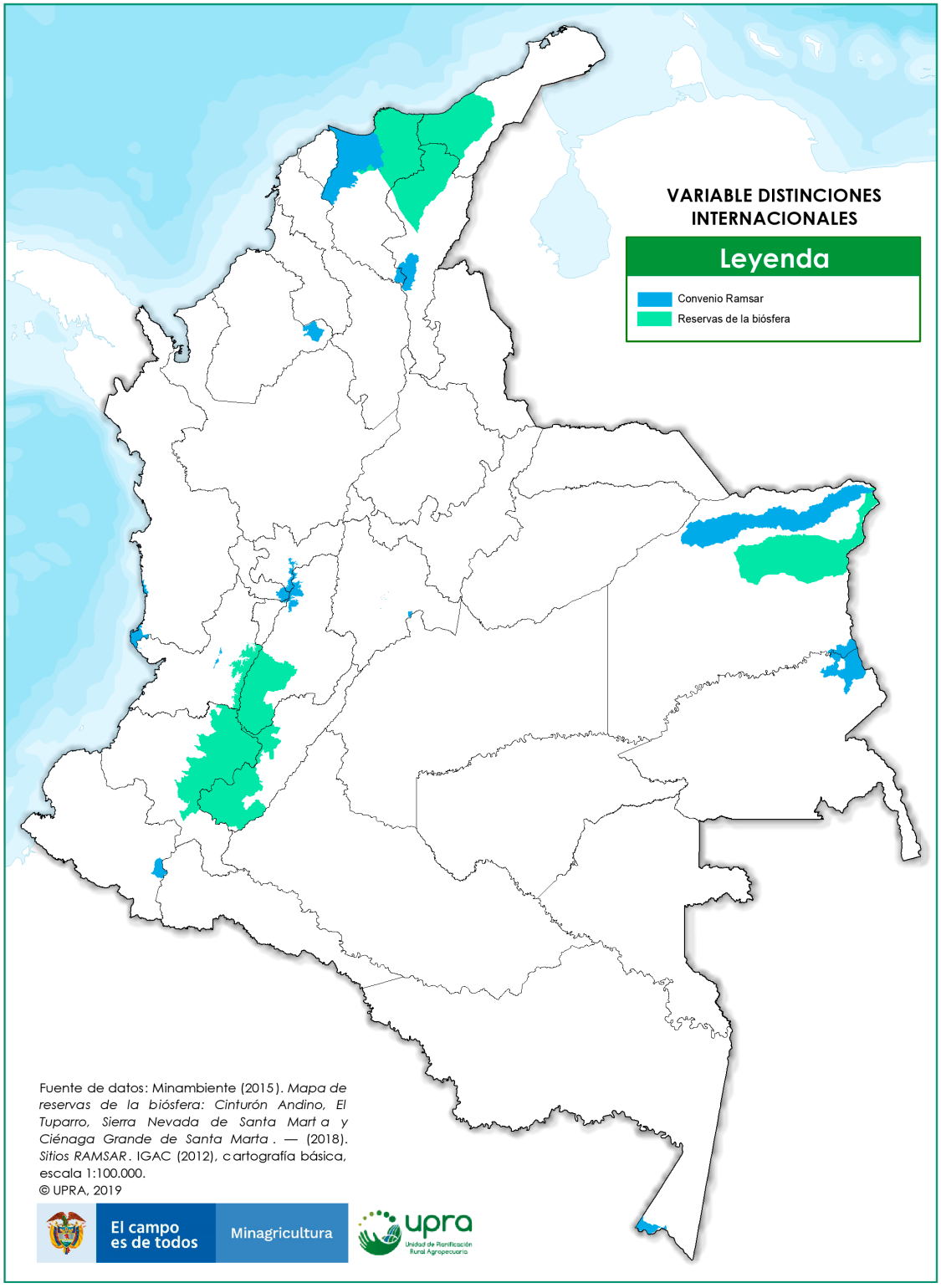
METODOLOGÍA DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

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.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANO

CONDICIONANTES LEGALES



Fuente de datos: Minambiente (2015). *Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta*. — (2018). *Sitios RAMSAR*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2019

El campo es de todos | Minagricultura | upra Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

Unidad de análisis	Humedales Ramsar y Reservas de la Biósfera, de acuerdo con las fuentes de información oficial
FUENTES DE INFORMACIÓN	

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minambiente. (2015). *Mapa de reservas de la biosfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- _. (2018). *Sitios Ramsar.*
- 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>

5.1.6. Variable áreas de interés cultural y social

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	**CULTIVO TECNIFICADO DE BANANO, CULTIVAR "Cavendish", PARA LA EXPORTACIÓN**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: áreas de interés cultural y social		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	

DEFINICIÓN

Comprende aquellas zonas delimitadas por el Estado para el reconocimiento, protección y desarrollo de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, o por ser un patrimonio arqueológico nacional. Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.

Las figuras legales que conforman esta variable son:

Tierras de las comunidades negras: terrenos en los que tiene su asentamiento histórico y ancestral las comunidades negras para uso colectivo, que constituye su hábitat, y sobre los cuales desarrollan sus prácticas tradicionales de producción, en relación a las que se profiere el acto administrativo, que reconoce la propiedad colectiva (ANT, 2017). Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad debe conformar un Consejo Comunitario como forma de administración interna de las tierras de propiedad colectiva (Ley 70 de 1993).

Áreas reservadas para comunidades negras: 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 tiene el fin de proteger la identidad

cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades, frente al resto de la sociedad colombiana (Ley 70 de 1993).

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 (Art. 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

Zonas de reserva campesina: son tierras baldías de la nación adjudicadas a los campesinos de escasos recursos, con el fin de fomento 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).

Paisaje Cultural Cafetero: es un área donde se encuentra el paisaje cultural productivo en el que se combinan elementos naturales, económicos y culturales con un extraordinario grado de homogeneidad en la forma de las plantaciones del café y del paisaje. Este paisaje fue reconocido como Patrimonio Cultural de la Nación y como bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural (Resolución Minagricultura 2079 de 2011).

Áreas Arqueológicas Protegidas (APP): es un polígono o zona delimitada en el territorio de colombiano que, por las particularidades y características únicas de sus evidencias arqueológicas, requiere de una especial protección y conservación, con miras a abrir las posibilidades para la investigación, divulgación y, en algunos casos, el turismo responsable en ella (http://www.icanh.gov.co/nuestra_entidad/grupos_investigacion/grupo_patrimonio/Areas_arqueologicas_protegidas).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

Alerta a los planificadores y productores, con respecto a las áreas que, aun cuando posean aptitud para el cultivo, cuentan con regímenes especiales –culturales y normativos– que condicionan las actividades económicas y productivas a desarrollar en esas áreas.

En las zonas aptas para el cultivo, previo a la formulación de proyectos de inversión, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- En áreas donde existan resguardos indígenas y tierras de las comunidades negras, se deberán surtir procesos de consulta previa en orden a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Ministerio del Interior.
- Para el caso de las Zonas de Reserva Campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del Plan de Desarrollo Sostenible de la zona, y/o ser socializados con la comunidad y demás entidades territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública según lo establece el Acuerdo 021 de 1996 del Incora.
- Respecto al Paisaje Cultural Cafetero, se deberá realizar el estudio de impacto de nuevos proyectos productivos en coordinación con el Mincultura, las Corporaciones Autónomas Regionales, la Federación Nacional de Cafeteros y entidades del orden local. Con esto se determinarán los posibles cambios del Valor Universal Excepcional del Paisaje Cafetero y los manejos específicos que se deben dar para evitar

su modificación. Asimismo, se debe considerar lo dispuesto en el Conpes 3803 de 2014, a fin de garantizar la sostenibilidad económica, cultural, social y ambiental de este paisaje cultural.

- Para las áreas arqueológicas protegidas o zonas de influencia de las mismas, los Planes de Manejo Arqueológico determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes. Dichas zonas de influencia arqueológica y Planes de Manejo deberán ser aprobados por el Icanh de conformidad con el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009 (compendiado en el Decreto único 1080 de 2015 del sector cultura).
- En lo que respecta a las áreas de influencia arqueológica, de acuerdo con el artículo 4° del Decreto 833 de 2002 se precisa que: *«en ningún caso la inexistencia de la declaratoria de una zona de influencia arqueológica, o la inexistencia de un Plan de manejo arqueológico, faculta la realización de alguna clase de exploración o excavación sin la previa autorización del Instituto Colombiano de Antropología e Historia».*

VALOR DE EXCLUSIÓN DE LA VARIABLE

No aplica por tratarse de un criterio condicionante.

LIMITANTES DE EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información espacializada contempla únicamente las tierras de las comunidades negras, 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 DEL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información.

ANT. 2018. Resguardos Indígenas legalmente constituidos.

ANT. 2018. Consejos comunitarios legalmente constituidos.

Icanh. 2019. Áreas Arqueológicas Protegidas.

IGAC. 2012. Cartografía básica, escala 1:100.000.

IGAC. 2018. Zonas de reserva campesina legalmente constituidos.

Mincultura. 2014. Paisaje Cultural Cafetero.

2. Precisiones de la información.

La información espacializada corresponde a la cartografía expedida por la fuente oficial a la fecha en que esta fue suministrada a la UPRA, por lo cual es posible que existan nuevas áreas que cuenten con acto administrativo

vigente, pero que a la fecha no hayan sido incorporadas al sistema de información geográfica de la entidad emisora.

A continuación, se precisa información sobre las características de las figuras incorporadas:

- **Tierras de las comunidades negras.**

En los departamentos de Chocó, Nariño, Cauca y Valle del Cauca se ubican el 95 % de los territorios de comunidades negras, de los cuales el 54 % se encuentran en el Chocó, cifra que equivale a 3.065.265 ha y que abarca casi la totalidad de las subregiones Pacífico Sur y San Juan. Nariño es el segundo departamento con mayor proporción de territorio bajo esta figura con 1.206.257 ha, seguido del Cauca y Valle del Cauca con 713.445 ha y 447.828 ha, respectivamente. Sin embargo, en departamentos como La Guajira, Magdalena, Antioquia y Bolívar, también se reportan Consejos Comunitarios de extensiones que no superan las 500 ha.

Los Consejos Comunitarios más extensos del país se ubican en los municipios de Riosucio (Chocó) y Buenaventura (Valle del Cauca), los cuales abarcan entre 422.000 y 451.000 ha. A su vez, se destacan los municipios con mayor representatividad de esta comunidad étnica, los cuales son Nóvita, El Cantón del San Pablo y Medio San Juan en el Chocó, donde más del 98 % del municipio, está bajo esta figura de protección sociocultural.

- **Áreas reservadas para comunidades negras.**

De las cerca de 10 millones de ha reservadas para las comunidades negras, el 79 % se encuentran en los departamentos del Chocó, Nariño y Antioquia, y el 21 % restante está en los departamentos del Cauca, Valle del Cauca, Risaralda y Caldas. Los municipios con menor área reservada para la constitución de consejos comunitarios son Guachucal (Nariño), Riosucio (Caldas) y Betania (Antioquia) con 37 ha, 62 ha y 65 ha, respectivamente.

Se destaca aquí que, en las subregiones del Urabá, occidente y suroeste antioqueño existen municipios donde más del 97 % de su área total ha sido reservado para comunidades negras. Este mismo fenómeno ocurre en otros departamentos, donde pese a estar la totalidad del municipio reservado para comunidades negras, a la fecha se reportan consejos comunitarios constituidos en extensiones bastante reducidas. Un ejemplo de ello son los municipios de El Cairo, Dagua, Versalles y El Dovio (Valle del Cauca) donde la extensión de los consejos constituidos equivale a menos del 10 % del total del territorio reservado para este grupo étnico. En los municipios de Pueblo Rico (Risaralda) y Argelia (Cauca) esta cifra es del 18 %.

- **Resguardos indígenas.**

Son territorios de propiedad colectiva de las comunidades indígenas, que conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas, son una institución legal y sociopolítica de carácter especial conformada por una o más comunidades indígenas, que, con un título de propiedad colectiva, gozan de las garantías de la propiedad privada y poseen su territorio. Estas comunidades tienen una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (artículo 21, Decreto Minagricultura 2164 de 1995).

- **Zonas de Reserva Campesina.**

Las áreas constituidas como Zonas de reserva campesina (ZRC) suman alrededor de 875.592 ha., por lo que representan menos del 1 % de la extensión territorial de Colombia. Entre 1996 y 2018 se han constituido siete ZRC en todo el país, las más antiguas datan de los años 1997-1999 y son las de Pato-Balsillas en el municipio de San Vicente del Caguán (Caquetá), Arenal-Morales en el departamento de Bolívar, y la ZRC Guaviare, que abarca parte de los municipios de Calamar, El Retorno y San José del Guaviare. Esta última es la de mayor extensión (463.600 ha).

En el año 2000 se constituyeron las ZRC de Cabrera (Cundinamarca), Perla Amazónica (Puerto Asís, Putumayo) y la del Valle del río Cimitarra que se ubica en la región del Magdalena medio entre los departamentos de Bolívar y Antioquia. La más reciente constitución de ZRC tuvo lugar el 16 de abril de 2018 en la región de los Montes de María entre las inmediaciones de los departamentos de Sucre y Bolívar, cuyo nombre es Montes de María 2 y cuenta tiene una extensión de 44.481 ha.

- **Paisaje Cultural Cafetero.**

Esta figura tiene una extensión total de 351.291 hectáreas a nivel nacional y abarca parte de los departamentos de Caldas, Risaralda, Valle del Cauca, Quindío, Antioquia y Chocó. En 19 de los 27 municipios del departamento de Caldas hay Paisaje Cultural Cafetero, el cual representa el 35% del total del área la figura, esto equivale a 124.250 ha aproximadamente. Por otra parte, en Risaralda y Quindío hay cerca de 149.000 ha declaradas, mientras que en el Valle del Cauca su extensión es de alrededor de 80.000 ha.

En los departamentos de Antioquia y Chocó se encuentra que el Paisaje cultural cafetero no supera las 50 ha. En el primer caso, este se reporta únicamente en el municipio de Caramanta (43 ha), y en el segundo caso, los municipios de San José del Palmar y Litoral del San Juan suman poco más de 30 ha.

- **Áreas Arqueológicas Protegidas.**

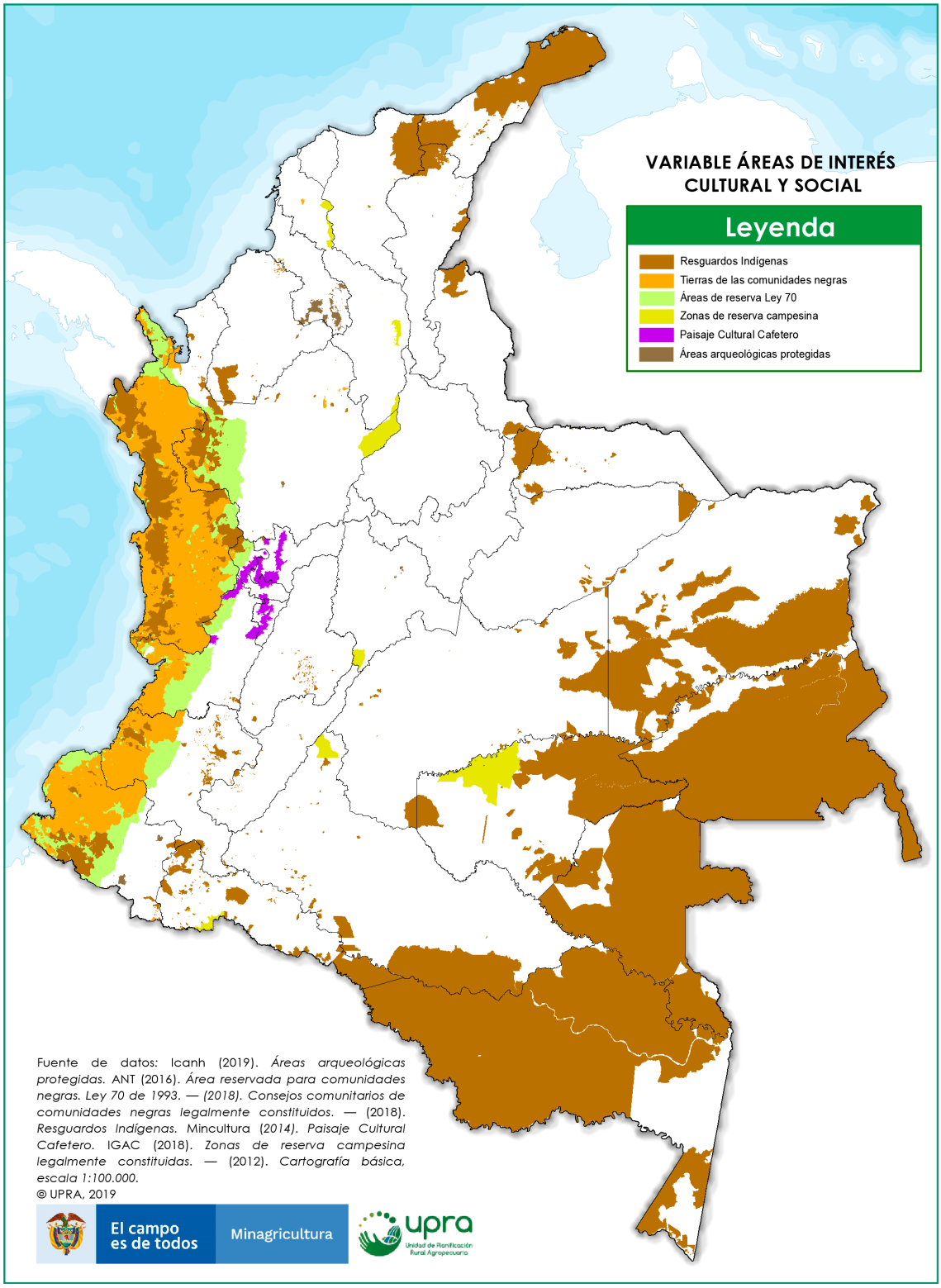
Se identifican 16 áreas arqueológicas protegidas, que incluyen zonas directas e indirectas, así:

Áreas Arqueológicas Protegidas	Zona		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 río Checua	Directa
Piedras Blancas	Directa			Área de influencia

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

ZONIFICACIÓN DE APTITUD PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE BANANC

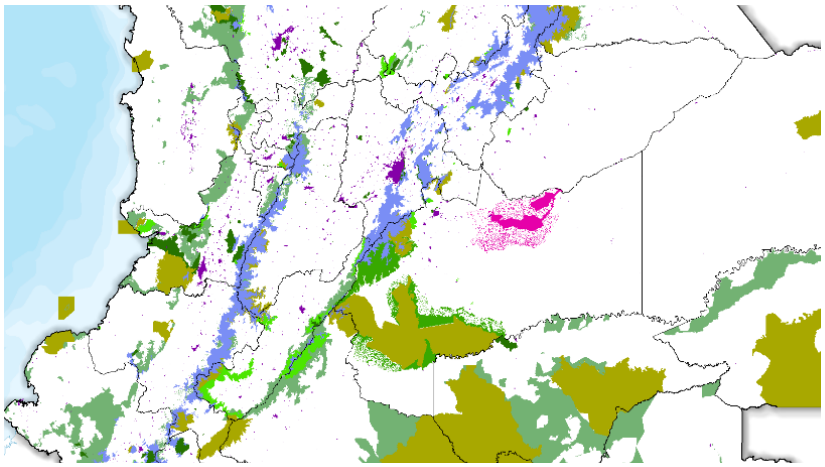
CONDICIONANTES LEGALES



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agencia Nacional de Tierras (ANT). (2016). *Áreas reservadas para comunidades negras, Ley 70 de 1993.*
- _. (2018). *Resguardos Indígenas legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Consejos Comunitarios de comunidades negras legalmente constituidos.*
- _. (2018). *Zonas de Reserva Campesina legalmente constituídas.*
- Icanh. (2019). *Áreas Arqueológicas Protegidas.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mincultura. (2014). *Paisaje Cultural Cafetero.*





El campo es de todos | Minagricultura

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

