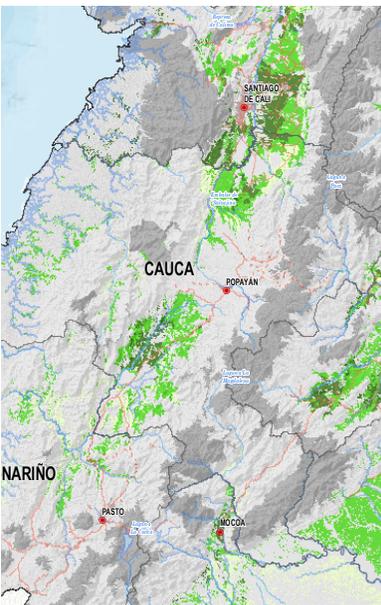




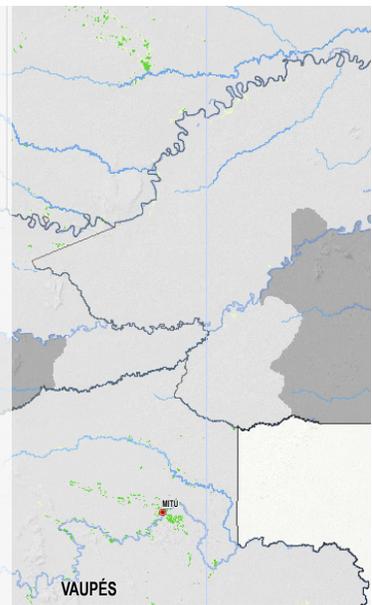
El campo
es de todos

Minagricultura



CULTIVO COMERCIAL DE CACAO

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS
EN COLOMBIA
A ESCALA 1:100.000





El campo
es de todos

Minagricultura

CULTIVO COMERCIAL DE CACAO

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS
EN COLOMBIA
A ESCALA 1:100.000



FEDERACION
NACIONAL DE
CACAOTEROS



upra
Unidad de Planificación
Rural Agropecuaria

**CULTIVO COMERCIAL
DE CACAO**
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS
EN COLOMBIA
A ESCALA 1:100.000

Iván Duque Márquez
Presidente de la República de Colombia

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)

Andrés Valencia Pinzón
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Javier Pérez Burgos
Viceministro de Desarrollo Rural

Marcela Urueña Gómez
Viceministra de Asuntos Agropecuarios

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**

Daniel Mauricio Rozo Garzón
**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
Johana Trujillo Moya
Asesores





Dirección técnica

Luz Marina Arévalo Sánchez
Alejandro Flórez Vanegas

Revisión técnica

Bernardo Sáenz Cardona
Ricardo Fabián Siachoque Bernal

Compilación y edición

Pedro David Porras Rodríguez
Nelly Rodríguez Eraso
Bernardo Sáenz Cardona

Autores

Alejandro Flórez Vanegas
Carlos Alberto Muñoz
Bernardo Sáenz Cardona
Nelly Rodríguez Eraso
Ricardo Fabián Siachoque Bernal
Javier Otero (líder)
Gabriel Eduardo Páramo Rocha (líder)
Óscar Geovani Martínez (líder)
Gustavo E. Bonilla Arias
Ernesto Rangel
Óscar Javier Soriano
Héctor Felipe Ríos
Evelyn Liliana Garcés
Adriana Marcela Porras Rey
Henry Gaitán Urrea
Sonia Lucía Rangel
Jaime Alberto Morales
Lizeth Paola Ortiz Guenque
John Jairo Roldán Ortega

Corrección de texto y estilo

Sandra Marcela Sepúlveda Ortega
Liliana Constanza Sepúlveda Ortega

Diseño y diagramación

Felipe Alejandro García Barbosa
Jaime Alberto Férix Erazo

Fotografías

Banco de imágenes de la UPRA

Este documento es propiedad intelectual de la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). Solo se permite su reproducción parcial cuando no se use con fines comerciales, citándolo así: Flórez, A.; Muñoz, C.; Sáenz, B.; Rodríguez, N.; Siachoque, R.; Otero, J.; Páramo, G. [...] y Roldán, J. (2018). *Cultivo comercial de cacao: identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000*. Bogotá: UPRA. Recuperado de <URL de ubicación del documento>.

UPRA.

ISBN: 978-958-5552-18-0

© UPRA, 2018

Tabla de contenido

Índice de cuadros	6
Índice de ilustraciones	8
Glosario	10
Lista de abreviaturas	12
Resumen	14
Introducción	16
1. ANTECEDENTES	20
1.1. ANTECEDENTES SOBRE LA ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE CACAO EN COLOMBIA	20
1.2. CONTEXTO SECTORIAL	23
1.2.1.2. Descripción botánica y morfología	24
1.2.1.3. Material genético	26
1.2.1.4. Aspectos fitosanitarios	30
1.2.1.5. Recomendaciones de manejo	32
1.2.1.5.1. Previo a la siembra	32
1.2.1.5.2. Durante el desarrollo del cultivo	33
1.2.1.5.3. En la poscosecha	37
1.2.2. Contexto mundial	38
1.2.3. Contexto nacional	41
1.2.3.1. Importancia económica	44
1.2.3.2. Importancia ambiental	49
1.3. MARCO POLÍTICO	49
1.4. MARCO NORMATIVO	54
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES	56
2. MARCO CONCEPTUAL	58
3. METODOLOGÍA	62
3.1. DEFINICIÓN DEL TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	65
3.2. CRITERIOS DE ANÁLISIS JERÁRQUICO	67
3.2.1. Criterios físicos	67
3.2.2. Criterios socioecosistémicos	73
3.2.3. Criterios socioeconómicos	76
3.3. RANGOS DE APTITUD Y EXCLUSIONES TÉCNICAS	82
3.3.1. Rangos de aptitud para el componente físico	82
3.3.2. Rangos de aptitud para el componente socioecosistémico	86
3.3.3. Rangos de aptitud para el componente socioeconómico	88
3.4. EXCLUSIONES LEGALES Y CONDICIONANTES LEGALES	92
3.5. ANÁLISIS MULTICRITERIO	100
3.5.1. Proceso analítico jerárquico	100
3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico	101
3.6. ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELOS CARTOGRÁFICOS	104
3.7. PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS MAPAS	111
3.7.1. Socialización con los actores de la cadena productiva del cacao	112
3.7.2. Validación en campo	114
4. RESULTADOS	116
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	122
6. BIBLIOGRAFÍA	124
7. ANEXOS	128



Índice de cuadros

Cuadro 1.	Síntesis de resultados de la zonificación Corpoica para el sector cacaotero.	21
Cuadro 2.	Clones para cacao	26
Cuadro 3.	Principales enfermedades y plagas del cacao en Colombia	30
Cuadro 4.	Producción mundial de cacao	39
Cuadro 5.	Molienda de cacao por países (t)	41
Cuadro 6.	Producción de cacao en t y demanda de cacao	45
Cuadro 7.	Consumo interno de cacao, año 2015.	46
Cuadro 8.	Exportaciones e importaciones de cacao. Volumen (t) y valor (miles de USD)	46
Cuadro 9.	Balanza comercial del cacao en Colombia (2002-2015)	47
Cuadro 10.	Destino de las exportaciones, año 2015	47
Cuadro 11.	Crédito en cacao (2005-2015)	48
Cuadro 12.	ICR pagado a proyectos de cacao, año 2014	48
Cuadro 13.	Políticas e incentivos relacionados con el sector cacaotero colombiano.	53
Cuadro 14.	Marco normativo relevante para la zonificación de áreas aptas para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000	55
Cuadro 15.	Criterio y variables del subcomponente climático	68
Cuadro 16.	Criterios y variables del subcomponente edáfico	69
Cuadro 17.	Criterio y variables del subcomponente fitosanitario.	73
Cuadro 18.	Criterios y variables del componente socioecosistémico	75
Cuadro 19.	Criterios y variables del componente socioeconómico.	79
Cuadro 20.	Categorías de aptitud del mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000	82
Cuadro 21.	Categorías de aptitud del componente físico para el mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000	85
Cuadro 22.	Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico	87
Cuadro 23.	Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico	89
Cuadro 24.	Exclusiones legales	93
Cuadro 25.	Condicionantes legales	95
Cuadro 26.	Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico	101
Cuadro 27.	Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio	101

Cuadro 28. Matriz de evaluación multicriterio para el cacao 102

Cuadro 29. Ponderación de criterios para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao 103

Cuadro 30. Resultados del mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000 116

Cuadro 31. Resultados por departamento del mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000 118



Índice de ilustraciones

Ilustración 1.	Mapa de zonificación de la evaluación edafoclimática de las tierras del trópico bajo colombiano para el cultivo comercial de cacao	22
Ilustración 2.	Población origen del cacao.	24
Ilustración 3.	Morfología de la planta de cacao	25
Ilustración 4.	Clones de cacao más recomendados en Colombia.	28
Ilustración 5.	Participación de la producción de cacao por países	39
Ilustración 6.	Esquema de la cadena productiva del cacao en Colombia	42
Ilustración 7.	Participación departamental en producción nacional de cacao (año 2011)	44
Ilustración 8.	Producción de cacao en Colombia (2008-2013).	45
Ilustración 9.	Balanza comercial del cacao	48
Ilustración 10.	Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas.	60
Ilustración 11.	Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	63
Ilustración 12.	Esquema metodológico de la zonificación de cadenas productivas	64
Ilustración 13.	Criterios y variables del componente físico.	67
Ilustración 14.	Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica.	74
Ilustración 15.	Criterios y variables del componente socioecosistémico.	75
Ilustración 16.	Criterios y variables del componente socioeconómico	78
Ilustración 17.	Mapa de exclusiones técnicas	84
Ilustración 18.	Mapa de exclusiones legales	94
Ilustración 19.	Mapa de condicionantes legales	98
Ilustración 20.	Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud	104
Ilustración 21.	Modelo cartográfico integral	106
Ilustración 22.	Modelo cartográfico del componente físico	108
Ilustración 23.	Modelo cartográfico del componente socioecosistémico	109
Ilustración 24.	Modelo cartográfico del componente socioeconómico	110
Ilustración 25.	Modelo cartográfico para las exclusiones legales	110
Ilustración 26.	Modelo cartográfico para los condicionantes legales.	111
Ilustración 27.	Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud	112
Ilustración 28.	Registro fotográfico para la socialización de la zonificación	113
Ilustración 29.	Registro fotográfico de los recorridos de campo	114
Ilustración 30.	Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000	117
Ilustración 31.	Principales departamentos aptos para el cultivo comercial de cacao.	119
Ilustración 32.	Municipios con mayor superficie apta para el cultivo comercial de cacao	120

Lista de símbolos

>	mayor que
<	menor que
\geq	mayor o igual que
\leq	menor o igual que
°C	grado Celsius
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
h	hora
ha	hectárea
kg	kilogramo
km	kilómetro
kPa	kilopascal (10^3 Pa)
ln	logaritmo natural
m	metro
m ³	metro cúbico
mm	milímetro
Mm ³	megametro cúbico
m. s. n. m.	metros sobre el nivel del mar
ppm	partes por millón
S	siemens (medida de conductancia eléctrica)
t	toneladas métricas

Glosario

Agua azul: flujo horizontal de agua, es decir, el agua de escorrentía, las fuentes de agua superficial, ríos y lagos, fuentes de agua subterránea, acuíferos (FAO, 2000).

Agua verde: flujo vertical de agua, es decir, agua almacenada en el suelo que soporta la vegetación en seco, se mantiene en el suelo y recarga las fuentes de agua superficial o subterránea (FAO, 2000).

Aptitud de la tierra: capacidad de un tipo de tierra para una clase especificada de utilización, resultado del análisis de combinaciones de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, condicionantes y restricciones legales.

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).

Condicionante legal: zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de proyectos productivos del sector agropecuario.

Criterios: conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural.

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 la 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. Esta evaluación considera los aspectos económicos del uso propuesto, sus consecuencias sociales para la gente del área y del país en general, y las repercusiones, benéficas o adversas, para el medioambiente (FAO, 1976).

Evaluación multicriterio: método diseñado para cubrir un objetivo específico cuando se requiere la evaluación de varios criterios. Un criterio es la base para una decisión, puede medirse o evaluarse y puede ser de dos tipos: factor (para el cual se definen los niveles de aptitud) o restricción (que para este caso se considera de carácter técnico, normativo o técnico-normativo). Un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración; una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman *et al.*, 1995).

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

Índice de agua no retornada a la cuenca (IARC): relación entre la huella total de la cuenca (multisectorial) y la disponibilidad de agua azul (oferta hídrica disponible año medio) para cada una (Ideam, 2015).

Índice de regulación hídrica (IRH): capacidad de retención de humedad de las cuencas, con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios.

Tipo de utilización de la tierra (TUT): 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 garantizan el bienestar humano con el fin de alcanzar la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio (UPRA, 2013). En tal sentido, la eficiencia está referida tanto a la sostenibilidad integral como a la competitividad de los sistemas productivos (UPRA, 2014).



Lista de abreviaturas

ACES	Área de concentración de especies sensibles en el territorio
AHP	Proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process)
AICA	Área importante para la conservación de las aves
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
APC	Área prioritaria de conservación
Aprocasur	Asociación de Productores de Cacao del Sur de Bolívar
Agrosavia	Nueva identidad corporativa de Corpoica (desde el 22 de mayo de 2018)
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
CIC	Capacidad de intercambio
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CNC	Consejo Nacional Cacaotero
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; a partir del 22 de mayo de 2018, Agrosavia
DANE	Departamento Nacional de Estadística
DCS	Distrito de conservación de suelos
DH	Disponibilidad hídrica
DHR	Disponibilidad hídrica real
DMI	Distrito de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
Ecocacao	Cooperativa Ecocacao
ENA	Estudio nacional del agua
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Fedecacao	Federación Nacional de Cacaoteros
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
HH	Huella hídrica
IAVH	Instituto Alexander von Humboldt
IC	Índice de competitividad
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
ICANH	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
ICR	Incentivo a la capitalización rural
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IE	Integridad ecológica

IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Inat	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
Incoder	Instituto Colombiano de Desarrollo Rural
Incora	Instituto Colombiano para la Reforma Agraria
IPM	Índice de pobreza multidimensional
IUA	Índice de uso de agua
Minagricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002-2011)
Mincultura	Ministerio de Cultura
Mineducación	Ministerio de Educación Nacional
Mintransporte	Ministerio de Transporte
PET	Población en edad de trabajar
pH	Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
PIB	Producto interno bruto
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SAF	Sistemas agroforestales
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SINA	Sistema Nacional Ambiental
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SIOC	Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas
SZH	Subzona hidrográfica
TLC	Tratado de libre comercio
TUT	Tipo de utilización de la tierra
UARIV	Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas
UJTL	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
Unesco	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (por su sigla en inglés)
ZRFN	Zona de reserva forestal nacional

Resumen

Se presenta la memoria técnica de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao (*Theobroma cacao L.*) a nivel nacional, escala 1:100.000, producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras que lleva a cabo la UPRA, con el objeto de direccionar la inversión del sector agropecuario.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro capítulos: en el primero se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia económica del sector cacaotero a nivel internacional y nacional, así como el marco político y legal relacionado con el cultivo; el segundo capítulo describe los fundamentos conceptuales sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud; el tercero describe la metodología empleada, en donde se incluyen los criterios usados dentro de los tres componentes, su evaluación y ponderación, para la obtención de los mapas de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos e identifica las áreas aptas para el cultivo comercial de cacao.

Finalmente, se presentan las conclusiones y las recomendaciones del proceso de zonificación de aptitud, así como el anexo, que contiene las fichas metodológicas de los criterios y las variables utilizadas en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000.

Se identificaron 22 criterios (nueve físicos, cinco socioecosistémicos y ocho socioeconómicos) a partir de los cuales se obtuvo el mapa de zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao. En este mapa se identificó que en el territorio nacional hay un total de 19.193.407 ha (16,8 % del área continental del país) aptas para el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales de cacao, de las cuales 4.716.642 ha (4,1 %) tienen una aptitud alta (A1), 9.691.341 ha (8,5 %) tienen aptitud media (A2) y 4.785.424 ha (4,2 %) tienen aptitud baja (A3).

Palabras clave: cacao, Fedecacao, criterios físicos, criterios socioecosistémicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, exclusiones técnicas, condicionantes legales, mapa de aptitud.



Introducción

Dentro de las «Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018», se recalca el impulso a la competitividad rural «a través de la provisión de bienes y servicios sectoriales que permitan hacer de las actividades agropecuarias una fuente de riqueza para los productores del campo» (DNP, 2014), combinando arreglos institucionales y multisectoriales y atributos del territorio para brindar una mayor equidad de la población rural. Para lograr lo anterior, el Gobierno nacional requiere, entre otras directrices, promover el uso eficiente del suelo y los recursos naturales a través del diseño de instrumentos a escalas semidetalladas que identifiquen los suelos con capacidad productiva en el marco del concepto de crecimiento verde; parte de esta responsabilidad recae sobre la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA).

La UPRA fue creada por el Decreto 4145 del 3 de noviembre de 2011 como una unidad administrativa especial de carácter técnico y especializado, sin personería jurídica, adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, con autonomía presupuestal, administrativa, financiera y técnica.

De acuerdo con lo señalado en el artículo 5 del Decreto 4145 de 2011, se establecen, entre otras, las siguientes funciones 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 «Fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras a nivel nacional» de la UPRA se establece como segundo objetivo «desarrollar metodologías, lineamientos y criterios para

la planificación del uso eficiente del suelo rural y proyectos de adecuación de tierras», 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 ha sido limitado, dado que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, dejando subordinados y hasta olvidados los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

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

En 2014, la UPRA realizó la propuesta de zonificación forestal con fines comerciales para Colombia, tomando como base el enfoque de la FAO en lo relativo a su forma de aplicación, pero incorporando los aspectos socioecosistémicos, socioeconómicos (referidos a la competitividad de las áreas), así como los de política y gobernabilidad. De igual manera, planteó una metodología fundamentada en el análisis multicriterio, cuyos criterios y variables de los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos

son ponderados de acuerdo con las características propias de una determinada cadena productiva.

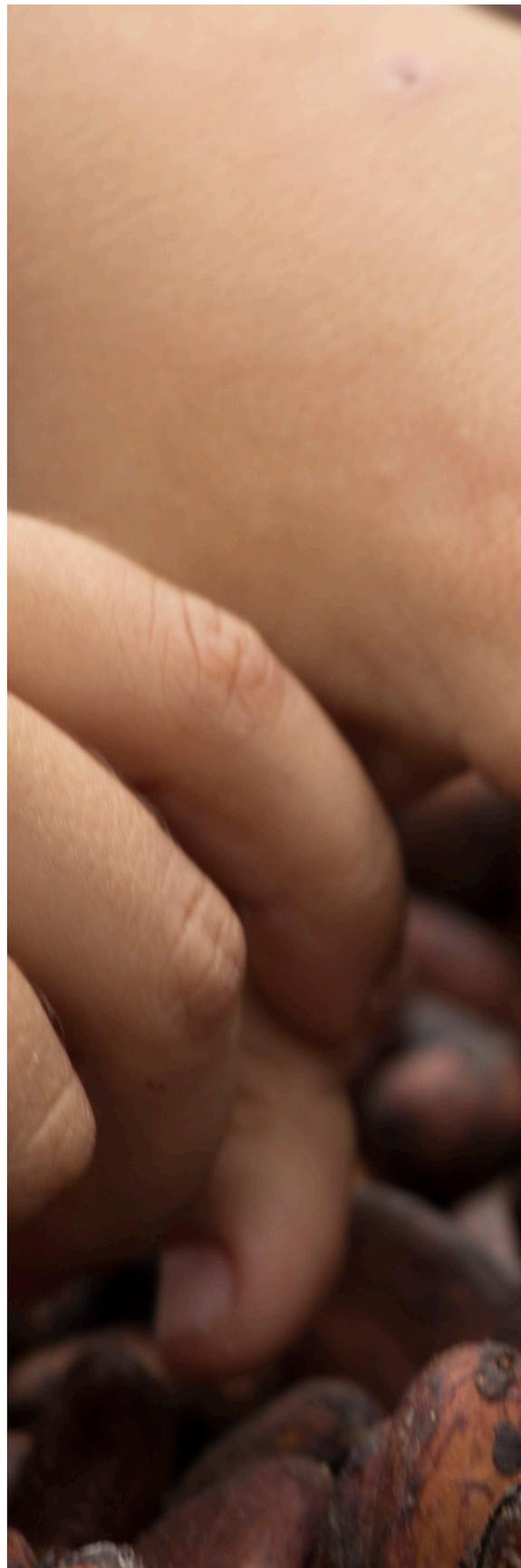
En el marco de dicha actividad, la UPRA adelanta estudios que sirvan como referencia para su actividad misional o como medio para la validación de las metodologías, los lineamientos y criterios propuestos en el marco de las demás actividades. Para el año 2015, la UPRA adelantó la zonificación de seis cadenas productivas, entre ellas la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Colombia, a escala 1:100.000, la cual contó, en sus diferentes fases, con la participación activa del Consejo Nacional Cacaotero, Fedecacao, asociaciones de productores y otros actores de la cadena productiva, cuyos resultados deberán orientar los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural para este subsector.

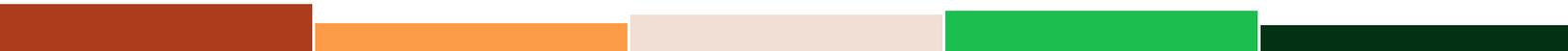
Dentro de los objetivos específicos del proyecto están:

- La elaboración de los lineamientos técnicos y metodológicos para la zonificación de aptitud comercial de cacao, a escala 1:100.000, mediante la definición de los criterios y las 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 bases de datos asociadas.
- La elaboración, con base en la metodología propuesta, del mapa de zonas aptas para el cultivo comercial del cacao, escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en cuatro capítulos: en el primero, se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia del sector cacaotero a nivel internacional y nacional, así como el marco político y legal relacionado con el cultivo. El segundo capítulo describe los fundamentos conceptuales y metodológicos sobre los cuales se basa la zonificación de aptitud. El tercero describe la metodología empleada, incluyendo los criterios usados dentro de los tres componentes, su medición y ponderación, para la obtención del mapa de zonificación de aptitud, así como las técnicas de análisis utilizadas. Por último, el cuarto capítulo presenta los resultados obtenidos, identificando las áreas aptas para el cultivo comercial del cacao.

Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del proceso de zonificación de aptitud, a escala 1:100.000, y el anexo que contiene las fichas metodológicas de los criterios y las variables utilizadas en la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia.





1. ANTECEDENTES

El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia, a escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y las 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 de aptitud es parte del proceso de planificación agrícola y constituye una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.

1.1. ANTECEDENTES SOBRE LA ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE CACAO EN COLOMBIA

El sector cacaotero en el país tiene como visión «incrementar la producción nacional hasta alcanzar como mínimo 200.000 toneladas de grano en el año 2022, brindando sostenibilidad económica, social y ambiental a todos los eslabones de la cadena, conservando las características de grano fino y de aroma para satisfacer las exigencias de los mercados nacionales e internacionales, y posicionando a Colombia dentro de los principales países exportadores de productos elaborados y de cacaos especiales» (CNC, 2008). Para alcanzar esta meta, es necesaria la incorporación de nuevas áreas productivas, mediante procesos de zonificación, con el fin de brindar apoyo institucional para que el sector cacaotero sea competitivo y sostenible.

El primer trabajo de zonificación para cacao en Colombia lo realizó la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, titulado: «Estudio de zonificación y uso potencial de los suelos de la zona cafetera colombiana», dentro del programa de diversificación de zonas cafeteras y el cultivo de cacao como alternativa a los productores de café localizados en zonas marginales.

En este trabajo, para delimitar las áreas con aptitud para diferentes cultivos agrícolas, se consideraron el estudio y el análisis de las relaciones entre formaciones geológicas y de suelos, las características climáticas y los aspectos socioeconómicos. Se identificaron y delimitaron las unidades con base en los materiales geológicos, y se incluyó la definición del contenido pedológico y de las unidades cartográficas para las unidades de suelos delimitadas de acuerdo con el sistema taxonómico americano; se analizaron algunos aspectos climáticos relacionados con la altitud, hidrografía, orografía, dirección de los vientos, exposición solar, vegetación y situaciones topoclimáticas que definen el uso de las áreas.

Posteriormente, se adelantó el estudio de zonificación realizado por Corpoica «Evaluación edafoclimática de las tierras del trópico bajo colombiano para el cultivo de cacao». Se encontró que las mejores tierras para el cultivo de cacao son aquellas que presentan menores restricciones en suelos y clima; no obstante, no incorporaron criterios económicos, sociales, ni ecosistémicos. Los resultados de la zonificación indicaron que los departamentos de Santander, Casanare, Meta y Bolívar presentan los que mayor potencial de aptitud de uso presentan, en contraste con Risaralda, Magdalena, Quindío y Atlántico (García *et al.*, 2005).

El cuadro 1 muestra las características del estudio y la ilustración 1, el mapa resultante del proceso de zonificación.

Cuadro 1. Síntesis de resultados de la zonificación Corpoica para el sector cacaotero

Ítem	Característica
Objetivo	Determinar los nichos con mayores ventajas comparativas, desde el punto de vista biofísico (suelos y clima) para el desarrollo y establecimiento del cultivo de cacao, como una estrategia que permita mejorar la sostenibilidad y competitividad de este sistema productivo en Colombia (García <i>et al.</i> , 2005).
Escala	1:100.000
Cobertura geográfica	Carácter regional; comprende las tierras del trópico bajo colombiano: departamentos de Antioquia, Arauca, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Caldas, Casanare, Cauca, Cesar, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca.
Diseño conceptual	Se basó en la directiva «Evaluación de tierras para la agricultura de secano», de la FAO, que incluye propiedades superficiales e internas del suelo, clima y la cobertura actual. El modelo lógico se fundamentó en la relación entre los requerimientos del cultivo de cacao y la oferta ambiental de cada una de las unidades de tierra por evaluar.
Insumos de información	Se partió del mapa de zonas agroecológicas, escala 1:500.000, desarrollado por el ICA y el IGAC (1984); estudios de suelos a escala 1:100.000, a nivel departamental, elaborados por el IGAC; superficies climáticas de precipitación anual y temperatura media, resolución 1 km, del <i>software</i> Climcrop, desarrollado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en el año 2000; tabla de requerimientos del cultivo, construida a partir de información bibliográfica y consulta con expertos del cultivo. Las condiciones químicas relacionadas con la fertilidad de los suelos no fueron utilizadas.
Resultados	Los resultados reflejan los grados de adaptabilidad de las tierras al cultivo; se usaron cuatro niveles de clasificación: A1: sin restricciones o con ligeras restricciones (693.669 ha). A2: restricciones moderadas (7.247.335 ha). A3: restricciones severas (8.091.728 ha). N: no apta. Se trabajaron algunas exclusiones relacionadas con presencia de bosque natural. Los resultados del estudio determinaron que el país cuenta con más de dieciséis millones de ha con aptitud para plantaciones de cacao.

Fuente: García *et al.* (2005).

1.2. CONTEXTO SECTORIAL

1.2.1. El cultivo de cacaotero

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una planta umbrófila, de porte arbóreo y bajo en condiciones normales de cultivo, cuyo origen y centro de distribución geográfica se encuentra en América del Sur, a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco, siendo las áreas comprendidas entre los ríos Napo, Caquetá y Casanare los principales centros de distribución (Pérez-Arbeláez, 1996; Estrada *et al.*, 2011; Monteiro y Ahnert, 2012). Para Fedecacao (2016), Colombia, Perú y Ecuador comparten el centro de origen de la especie.

De las 22 especies que componen el género, solamente el cacao (*Theobroma cacao*) y el copoazú (*Theobroma grandiflorum*) son explotados comercialmente; el cacao agrupa varios tipos, los cuales se relacionan con la forma de los granos, el color de los cotiledones y la consistencia y la textura de las mazorcas, reconociéndose tradicionalmente el cacao criollo, el forastero y el trinitario (Rojas y Sacristán, 2013).

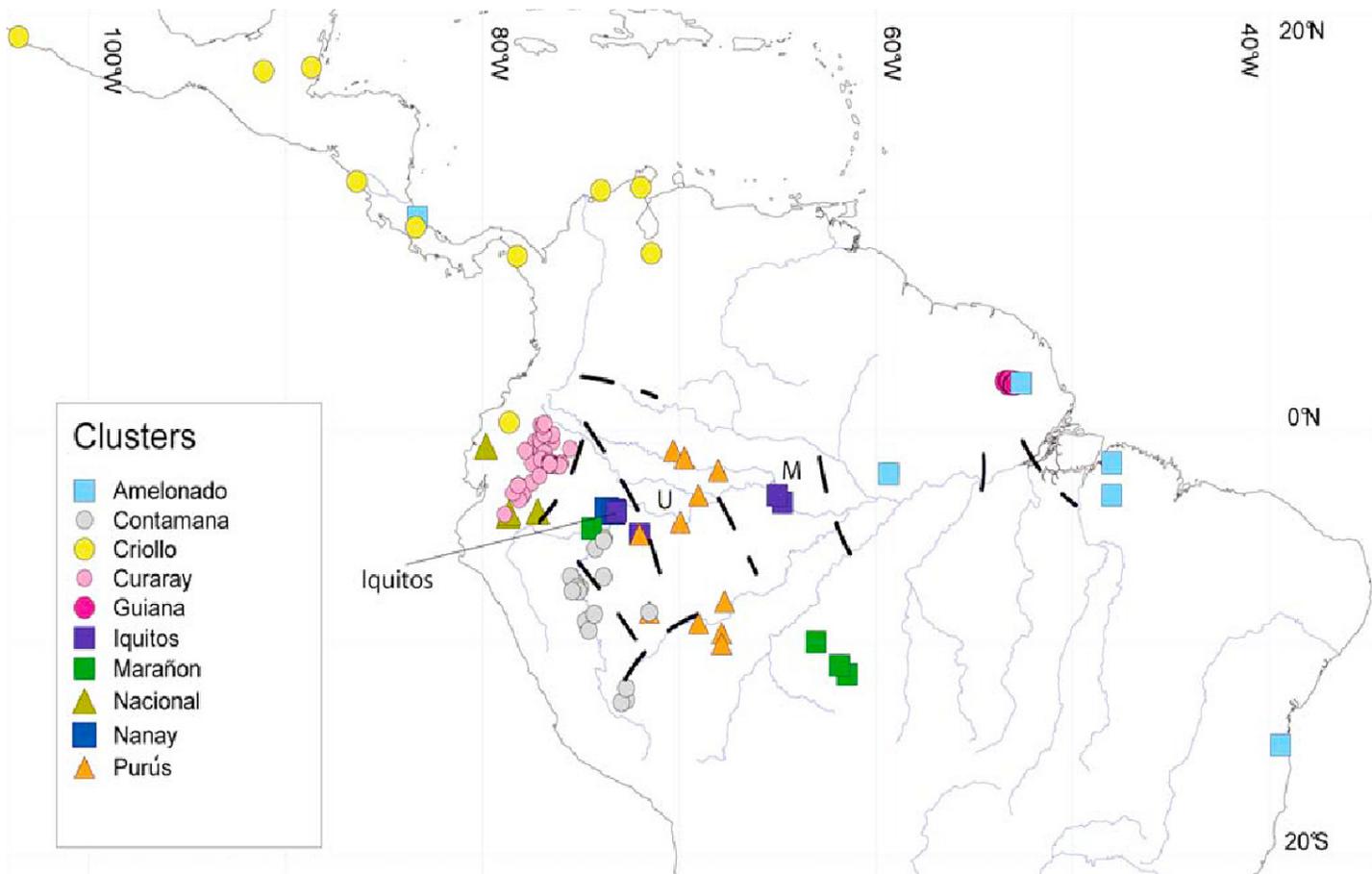
Cacao criollo: su origen es Centroamérica, Colombia y Venezuela. Es un cacao de alta calidad que dominó el mercado hasta mediados del siglo XVII; actualmente se cultiva poco, dada su gran susceptibilidad a enfermedades. El fruto posee una cáscara suave, con diez surcos profundos y otro de menor profundidad, curvatura desigual y que termina en una punta delgada. La cáscara es de color blanco o violeta, y las semillas son dulces y de alta calidad.

Cacao forastero: su centro de origen es Suramérica. Es el más cultivado tanto en África como en Brasil, siendo de menor calidad que los cacaos criollos. Dentro de este tipo existen las variedades común en Brasil, amelonado de África Occidental, matina o ceylán de Costa Rica y México, y el arriba o cacao nacional, de Ecuador. Posee una cáscara dura, más o menos lisa, de apariencia redondeada, que suele ser de color verde a amarillo. Las semillas son aplanadas, de color morado y sabor amargo. Es el tipo de cacao más cultivado en el mundo y corresponde en el mercado mundial al cacao corriente.

Cacao trinitario: este tipo surge del cruce de criollo y forastero. Fue cultivado en Trinidad y propagado por Venezuela hasta llegar a Colombia y Ecuador, Samoa, Sri Lanka, Java y Papúa Nueva Guinea; las mazorcas, por lo general, son de muchas formas y colores, y las semillas son más grandes que las otras variedades; las plantas son fuertes, de tronco grueso y hojas grandes. Actualmente, esta clase representa los cacaos finos y de aroma, del que se cosecha solamente alrededor del 8 % del mercado mundial.

La clasificación de germoplasma de cacao en criollo, forastero y trinitario describe una imagen muy pobre de la estructura real de la diversidad genética; sin embargo, es la clasificación comúnmente aceptada. Los recientes reportes clasifican el cacao en diez grupos, contando con una amplia riqueza genética (Motamayor *et al.*, 2008). La ilustración 2 muestra la distribución mundial de la población de origen del cacao.

Ilustración 2. Población origen del cacao



Fuente: Motamayor (2008).

1.2.1.1. Clasificación taxonómica

El cacao es una planta arbórea, de clase dicotiledónea, con semillas que representan la parte económicamente más aprovechable; pertenece a la familia *Malvaceae*, subfamilia *Sterculioideae* (antes *Sterculiaceae*), género *Theobroma*, especie cacao. Todas las especies crecen bajo el dosel de bosques tropicales lluviosos.

1.2.1.2. Descripción botánica y morfología

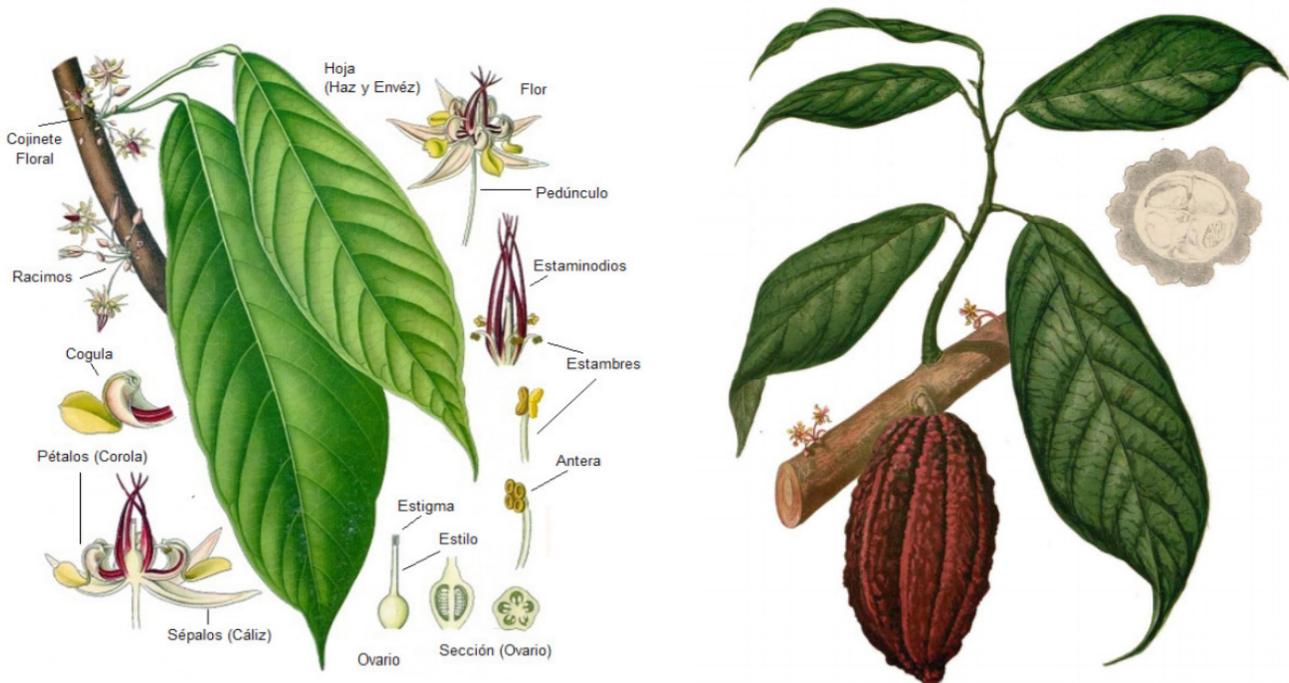
El cacaotero es una planta perenne, leñosa, con una raíz principal pivotante que, según las condiciones de textura del suelo, puede crecer entre 1,5 y 2 m, y con raíces secundarias con pelos absorbentes que se encuentran en los primeros 30 cm del suelo, encargadas de la toma de nutrientes y agua.

El tronco y las ramas, cuando la planta proviene de semilla, se desarrolla con un tallo principal ortotrópico que cuando alcanza alrededor de 1 m de altura se diferencia en el verticilo foliar compuesto por tener de tres a cinco ramas plagiotrópicas; estas ramas presentan sucesivas brotaciones foliares, seguidas de periodos de reposo concordantes con los periodos secos y húmedos del ambiente y el denominado hidroperiodismo del cacao (Alvim, 1977).

El cacao es una planta cauliflora, donde las inflorescencias se forman a lo largo del tronco y en las ramas secundarias y terciarias más desarrolladas; tiene flores inodoras, pequeñas, reunidas en grupos llamados cojines florales, compuestos por flores hermafroditas y pentámeras de cinco pétalos y cinco sépalos. El androceo está compuesto por cinco estambres verdaderos de color blanco y cinco estaminoides de color morado; el ovario es súpero y comprende cinco cavidades que contienen de cinco a 15 óvulos; el estilo es tubular, dividido en cinco estigmas. En general, la configuración de las piezas florales y la viscosidad del polen hacen muy difícil la polinización por acción del viento, siendo en la mayoría de ocasiones entomófila, especialmente por un grupo de dípteros del género *Forcipomya*.

El fruto o mazorca es una drupa grande, con gran variedad de formas, desde alargadas hasta casi redondas, con superficie muy rugosa hasta lisa; varían de color, verdes cuando jóvenes, o amarillo al madurar, y de moradas, jóvenes, a rojo naranja ya maduras; el número de semillas varía desde 22 a 30, hasta 50 a 60, recubiertas una por pulpa mucilaginoso y una cascarilla o envoltura delgada, y en el interior del fruto, semillas que varían de color blanco a morado intenso están distribuidas alrededor de un eje central o placenta. El tiempo entre polinización de la flor y fruto maduro está entre 150 y 180 días, dependiendo de la genética y el clima. La ilustración 3 muestra las principales características de algunas estructuras del árbol de cacao.

Ilustración 3. Morfología de la planta de cacao



1.2.1.3. Material genético

El CNC, mediante Resolución no. 003, de octubre de 2012, definió los clones debidamente registrados por el ICA para las nuevas siembras de cacao en Colombia o para la renovación de cultivos improductivos por el método de cambio de copa. Estos clones son universales, trinitarios, y fueron introducidos a Colombia hace más de veinte años; igualmente, se proponen 11 clones nacionales provenientes de la investigación de Corpoica, Fedecacao y Casa Luker, a través de la selección masal de árboles de cacao y su consiguiente análisis y seguimiento en los aspectos de compatibilidad sexual, rendimientos físicos, precocidad, productividad y variables como número de frutos/árbol/año, índice de grano e índice de mazorca, sanidad y sus características organolépticas y sensoriales (cuadro 2).

Cuadro 2. Clones para cacao

Origen	No.	Material (clon)	Procedencia	Compatibilidad	Índice	
					Grano	Mazorca
Introducidos	1	ICS 1	Trinidad y Tobago	AC	1,6	18
	2	ICS 6	Trinidad y Tobago	AC	1,8	15
	3	ICS 39	Trinidad y Tobago	AI	2,3	13
	4	ICS 40	Trinidad y Tobago	AI	1,9	15
	5	ICS 60	Trinidad y Tobago	AI	2,2	14
	6	ICS 95	Trinidad y Tobago	AC	1,4	19
	7	TSH 565	Trinidad y Tobago	AI	1,3	20
	8	TSH 812	Trinidad y Tobago	AI	1,4	21
	9	EET 8	Ecuador	AI	1,9	15
	10	EET 96	Ecuador	AC	1,6	19
	11	EET 400	Ecuador	AI	1,5	16
	12	CCN 51	Ecuador	AC	1,5	16
	13	UF 650	Costa Rica	AI	-	-
Regionales	14	SCC 61	San Vicente	AI	1,9	15
	15	FLE 2	Lebrija	AI	2,1	14
	16	FLE 3	Lebrija	AI	1,4	17
	17	FSA 11	Saravena	AI	1,3	16
	18	FSA 12	Saravena	AI	1,2	19
	19	FSA 13	Saravena	AI	1,5	15
	20	FEAR 5	Araucaria	AC	1,4	17
	21	FTA 2	Tame	AC	1,6	15
	22	CAU 39	Caucasia	AI	1,2	22
	23	CAU 43	Caucasia	AI	1,2	22



Estos clones producen cacaos finos de sabor y aroma, al tener sus progenies cacaos criollos o trinitarios. Fedecacao ha registrado siete de estos clones, Corpoica, dos, y Casa Luker, uno.

El clon CCN-51, que se utiliza en siembras comerciales solo debe sembrarse en lotes o áreas independientes, sin mezclarlo, bien sea en la producción o en el beneficio, con otros clones.

La ilustración 4 presenta un resumen de los clones de cacao recomendados para siembra en Colombia, con el detalle de sus componentes de rendimiento.

Ilustración 4. Clones de cacao más recomendados en Colombia

FTA 2

Res. ICA 4186, del 2 de diciembre de 2014

Componentes del rendimiento	
Índice de grano (IG)	1,8
Índice de mazorca (IM)	15
Frutos/árbol/año	22
Número de semillas por fruto	46
Rendimiento (kg)	1389
Reacción a moniliasis	MS
Compatibilidad	AC

FSA 12

Res. ICA 4183, del 2 de diciembre de 2014

Componentes del rendimiento	
Índice de grano (IG)	1,3
Índice de mazorca (IM)	18
Frutos/árbol/año	29
Número de semillas por fruto	32
Rendimiento (kg)	1726
Reacción a moniliasis	MR
Compatibilidad	AI



FSA 13

Res. ICA 4184, del 2 de diciembre de 2014

Componentes del rendimiento	
Índice de grano (IG)	1,3
Índice de mazorca (IM)	24
Frutos/árbol/año	56
Número de semillas por fruto	39,9
Rendimiento (kg)	2986
Reacción a moniliasis	MS
Compatibilidad	AI



FSV 41
Res. ICA 4185, del 2 de diciembre de 2014



Componentes del rendimiento	
Índice de grano (IG)	2
Índice de mazorca (IM)	13
Frutos/árbol/año	24
Número de semillas por fruto	39
Rendimiento (kg)	1716
Reacción a moniliasis	S
Compatibilidad	AC

Fuente: Fedecacao (2014).

Luker 40



Componentes del rendimiento	
Índice de grano (IG)	1,4
Índice de mazorca (IM)	22
Frutos/árbol/año	42
Número de semillas por fruto	43
Rendimiento (kg)	2240
Reacción a moniliasis	S
Compatibilidad	AC

Fuente: Luker (2015).

TCS 01
Resoluciones ICA 1552 y 1553, del 22 de mayo de 2014



Componentes del rendimiento	
Índice de grano (IG)	3,0
Índice de mazorca (IM)	9
Frutos/árbol/año	30
Número de semillas por fruto	38
Rendimiento (kg)	2970
Reacción a moniliasis	S
Compatibilidad	AC

Fuente: Corpoica (2015).

1.2.1.4. Aspectos fitosanitarios

El cacao presenta diferentes organismos fitopatógenos que atacan la planta, en especial las mazorcas, los florales y la raíz. En el cuadro 3 se presentan las principales enfermedades de importancia económica en el cultivo de cacao en Colombia.

Cuadro 3. Principales enfermedades y plagas del cacao en Colombia

Enfermedad	Agente causal
Moniliasis	<i>Moniliophthora roreri</i>
Escoba de bruja	<i>Moniliophthora perniciosa</i>
Pudrición negra	<i>Phytophthora</i> sp.
Llagas radicales	<i>Rosellinia</i> sp.
Mal de machete	<i>Ceratocystis</i> sp.
Plaga	Agente causal
Monalonio; chinche amarilla o roja	<i>Monalonium dissimulatum</i>
Hormiga arriera	<i>Atta</i> spp.
Pasador del tronco	<i>Xyleborus</i> sp.

Las enfermedades más importantes en Colombia y gran parte de América son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). Estos patógenos, en todos los casos donde hay control deficiente, superan el 60 % de pérdidas en producción. Dentro de las plagas, se distingue el chupador del fruto (*Monalonium dissimulatum*).

Moniliasis: enfermedad de mayor importancia económica del fruto de cacao. El hongo *M. roreri* produce conidias que afectan las mazorcas; estas conidias son transportadas por el hombre, el viento y el agua y, al germinar en la epidermis de las mazorcas, colonizan el fruto y destruyen las semillas. La aparición sobre los frutos enfermos de una masa blanca o crema de conidias es la forma de transmitir e infectar de la enfermedad. Desde el momento de la infección hasta la aparición de los primeros síntomas transcurre un mes; 45 días después aparece la mancha chocolate, y de siete a nueve días después se forma la estructura fungosa de color crema, indicadora de la presencia de gran número de esporas maduras (unos 50 millones de esporas/cm²), que son las infectivas y propagadoras de la enfermedad. Cuando los síntomas se hacen visibles, se hace necesario iniciar el control cultural de la enfermedad, con la remoción semanal de frutos enfermos y dejados en el suelo (CNC, 2013).

El control de la enfermedad se realiza principalmente mediante prácticas culturales, al no existir en el momento productos químicos ni biológicos que disminuyan eficazmente y en forma económica las pérdidas por la enfermedad; tampoco existen actualmente en Colombia materiales





genéticos resistentes. Fedecacao recomienda la poda sanitaria, enterrar los frutos enfermos y la aplicación de productos con base en azufre.

Escoba de bruja: se presenta en los tejidos meristemáticos o de crecimiento del árbol de cacao. La enfermedad se manifiesta de dos formas: unas escobas o hipertrofias que crecen en los cojines florales y en pepinos (escobas de cojines florales) y otras que crecen en ramas nuevas (escobas vegetativas). El hongo causante de la enfermedad es un basidiomiceto; su estructura reproductiva sexual son las esporas contenidas en los basidiocarpos que se forman en los tejidos recién infectados, siendo necesaria una desecación de los mismos y posterior hidratación (lluvia) para ser nuevamente infectivos. Los periodos de alta precipitación, alternados con periodos secos, favorecen la presencia de estructuras reproductivas del hongo, pero el hecho de no ser infectiva en escobas verdes, o aun secas sin hidratar, permite contar con 10 a 16 semanas para retirar las basuras, cortarlas y tirarlas al suelo. Este es el control cultural que disminuye las fuentes de contaminación.

Monalioion o chupador del fruto: los adultos y las ninfas de *M. dissimulatum* succionan la savia del exterior de las mazorcas e inyectan toxinas, produciendo lesiones necróticas circulares que provocan malformaciones, reducción del tamaño y detención del crecimiento de los frutos jóvenes que se secan y caen rápidamente. Las lesiones causadas, debilitan la resistencia de las mazorcas haciéndolas susceptibles al ataque de otros patógenos. El insecto es favorecido por temperaturas elevadas, alta humedad, exceso de sombrero y el mal manejo de arvenses.

1.2.1.5. Recomendaciones de manejo

La decisión de siembra de un cultivo de cacao debe considerar la planeación integral de las diferentes actividades, que permita minimizar los riesgos de pérdidas por efectos ambientales, así como prever las necesidades de recursos económicos, de insumos y de mano de obra, que responda a los requerimientos de sostenibilidad ambiental, productividad y competitividad.

1.2.1.5.1. Previo a la siembra

El productor deberá disponer de suficiente información acerca de las características de la zona y el historial del predio que se va a cultivar, con el propósito de disminuir los riesgos asociados al ataque de plagas y enfermedades, así como el efecto negativo de algunos elementos del clima o condiciones adversas del suelo. Con este fin, el proceso de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao se constituye en un importante insumo que la UPRA deja a disposición de los productores para una correcta decisión de siembra, con base en la determinación de aptitud de las tierras, las cuales ofrecen diversas características, desde los componentes de clima, suelos, riesgo de daños por plagas y enfermedades, costos de producción, acceso a infraestructura, tecnología, comunicaciones y mercados, hasta el impacto que el cultivo pueda tener en el medioambiente.

Se recomienda considerar el mercado objetivo de la producción comercial de cacao, con el objeto de trazar un plan de negocios dirigido al mercado nacional o la posible exportación, buscando las mejores condiciones de oferta en términos de oportunidad, calidad y precio, así como la posible

competencia, bajo diferentes escenarios de comercialización. Se prefiere el establecimiento de cultivos de cacao en zonas que cuenten con suficiente infraestructura de vías, servicios públicos, mano de obra y mercados que le permitan al productor mejorar la rentabilidad del negocio.

Es necesario hacer una selección adecuada del material de siembra, de acuerdo con los requerimientos de cada clon y según los rangos de adaptación del cultivo, teniendo en cuenta los clones recomendados por las entidades públicas y privadas del subsector, material que cuenta con el respaldo de la certificación oficial del ICA.

Un adecuado plan de fertilización debe tener en cuenta los requerimientos del cultivo, el nivel de rendimiento esperado y la oferta de nutrientes del suelo. En este último aspecto, será indispensable hacer toma de muestras de suelos para realizar determinación de sus propiedades y el balance de minerales, de materia orgánica y demás parámetros.

Los productores de cacao que deseen implementar mecanismos de certificación en buenas prácticas agrícolas o GlobalGAP deberán asegurar la trazabilidad de todos los procesos y el cumplimiento de las obligaciones adquiridas. Bajo estos sistemas se asegura la inocuidad del alimento, la protección del medioambiente y el bienestar de los trabajadores vinculados a la producción.

1.2.1.5.2. Durante el desarrollo del cultivo

El cacao sembrado en arreglos agroforestales constituye un sistema de gran importancia como un recuperador de suelos y reforestador, dado que aporta a los ecosistemas gran cantidad de materia orgánica que beneficia la conservación de microflora y fauna del suelo, y protege a los suelos de ladera.

La semilla recomendada para patrones de cacao debe provenir de un cruce entre dos clones que hayan sido seleccionados por presentar buena adaptación a suelos con pH bajos y tolerancia a enfermedades que atacan el sistema de raíces. Se recomienda el uso de semillas con descendencia IMC 67, o de los clones PA 46 o PA 12, CAU 39, CAU 43, ya que transfirieren las características deseables para los patrones, compatibilidad con los injertos, transmite vigor vegetativo a la copa y características deseables de sanidad, adaptabilidad a los suelos y vigor de las raíces del patrón. Buena parte de la producción de clones procede de biofábricas bajo supervisión oficial del ICA.

El cacao se propaga de forma vegetativa por injerto de yemas que se obtienen de varetas procedentes de árboles altamente productivos, las cuales se injertan sobre patrones de las que se obtienen plantas compuestas que luego se siembran en el campo. En el injerto se unen los tejidos jóvenes de dos plantas, de forma tal que continúen su desarrollo como una sola. Uno de ellos es la yema que crece y se transforma en la parte superior o la copa (clon) y el otro es el patrón o parte inferior de la planta o la raíz. Los sistemas de injertación más comunes son en T invertida, por aproximación o cuña por hendidura; no obstante, también es posible la propagación del cacaotero a través de enraizamiento de estacas o por acodos.

Para el trazado del cultivo, se deben identificar los sitios en que se ubicarán las plantas tanto de cacao como las especies de sombrío transitorio, generalmente plátano, y como las especies maderables para el sombrío permanente.

La población de plantas por hectárea de sombríos y cacao varía entre 980 a 1200 árboles/ha. Se presentan distancias de siembra de 3 x 3 m en triángulo o 3 x 2 m en hileras dobles por 4 m de calle en suelos planos mecanizables.

En el sitio definitivo de siembra se hacen hoyos de 40 x 40 x 40 cm para plantar los sombríos transitorios y permanentes, según sea la textura del suelo. Para el trasplante, se siembra el patrón del cacao para su posterior injertación o se siembra la planta de cacao ya injertada desde vivero.

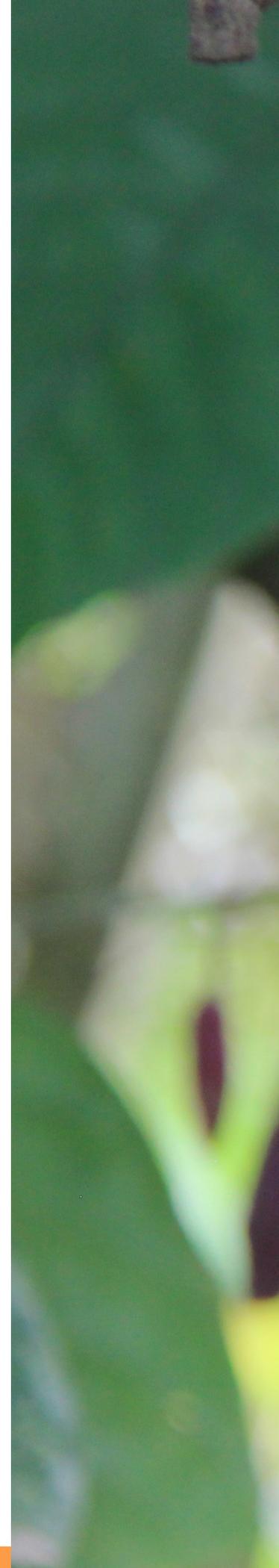
El sombrío protege inicialmente las plantas jóvenes de cacao y tiene una duración aproximada de dos años. Se establece seis meses antes que el cacao, con el fin de brindar sombra rápida e ingresos a corto plazo. Debe tener alta velocidad de crecimiento y posibilidades de comercialización, evitar la proliferación de arvenses, en especial gramíneas, y cortar el viento sobre los árboles de cacao. Dentro de los cultivos que le brindan sombra temporal al cacao se encuentran el plátano (*Musa AAB, Simmonds*), banano (*Musa AAA, Simmonds*), papaya (*Carica papaya*), yuca (*Manihot esculenta*), higuera (*Ricinus communis*), guandul (*Cajanus cajan*) y maracuyá (*Passiflora edulis*), entre otros.

Se debe hacer trasplante de especies maderables que acompañen el cacao durante su etapa adulta; estas van ubicadas a unas distancias de 6 a 8 m entre plantas y 18 o 21 m entre surcos, dependiendo de la especie y la intensidad solar de la zona. Se deben establecer simultáneamente con el sombrío transitorio. Se recomienda sembrar cacao en asocio con especies productivas que permitan ingresos adicionales al agricultor y aprovechar al máximo el terreno. Es el componente forestal o sombrío permanente del sistema agroforestal, el cual brinda sombra para el cacao, disminuye las necesidades de fertilizantes, evita vientos fuertes e insolación directa a los árboles de cacao, control de erosión de los suelos, genera biomas y captura CO₂. Las especies de mayor usos son guayacán (*Tabebuia* sp.), nogal cafetero (*Cordia alliodora*), teca (*Tectona grandis*), abarco (*Cariniana pyriformis*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y melina (*Gmelina arborea*), entre otras.

La época de siembra y la correcta implementación de las labores de siembra, plantación, injerto, trasplante, limpiezas, drenajes, podas, riego, manejo fitosanitario, fertilización y cosecha serán elementos indispensables para optimizar la productividad del cultivo de cacao.

Las podas son prácticas relacionadas para corregir los defectos en la estructura del árbol. Hay podas de formación, de mantenimiento, sanitarias y de rehabilitación.

Para el control de problemas fitosanitarios, se recomienda la implementación de medidas de manejo integrado, partiendo de una acertada identificación del origen de los daños o síntomas, así como la incidencia, severidad o prevalencia de los patógenos. Este manejo incluye la aplicación de control biológico y microbiológico de podas sanitarias. El control químico será una alternativa que podrá utilizarse como una medida adicional, observando las recomendaciones de etiqueta donde se destacan las dosis, las frecuencias de aplicación, las mezclas, las rotación de los mecanismos de acción y los periodos de carencia.







Las poblaciones de arvenses están en función principalmente del grado de sombrío: las de hoja ancha se presentan en alta densidad del cultivo y baja luminosidad; las arvenses gramíneas predominan en sistemas de baja densidad de siembra. Los tipos de control son mecánicos o químicos.

Las aplicaciones foliares de plaguicidas y fertilizantes solubles y otras sustancias que permitan proteger y cuidar el cultivo deberán atender las recomendaciones del uso eficiente del agua. Para el riego, el sistema por aplicar deberá contemplar un análisis de la calidad del agua y, en lo posible, impedir la salinización del suelo como resultado del uso de sales de los fertilizantes

1.2.1.5.3. En la poscosecha

La fase de recolección de la mazorca es el punto determinante de la producción del cacao. Para una óptima cosecha, es necesario determinar los parámetros de calidad exigidos por el mercado en relación a consistencia, tamaño, forma, sanidad y niveles máximos de daños mecánicos permitidos.

Se deben cosechar únicamente frutos maduros que se reconocen por la coloración externa de las mazorcas de cada clon; cuando maduran, los frutos de color verde pasan a amarillo, y los rojos pasan a color naranja.

En este punto, las sustancias azucaradas que recubren el grano se encuentran en óptimas condiciones para el desarrollo de los procesos bioquímicos, precursores del sabor y aroma del cacao, que se llevan a cabo durante la fermentación. La periodicidad de las recolecciones debe corresponder al volumen de la cosecha, la madurez de las mazorcas y la presencia de organismos fitopatógenos dañinos. Generalmente, en plantaciones pequeñas o medianas, se recomienda la recolección cada dos o tres semanas.

Se deben asegurar procesos eficientes de selección y clasificación en campo. En relación con el beneficio del grano, se sugiere seguir las recomendaciones sobre fermentación y secado.

En la fermentación se define la verdadera calidad y el aspecto de las almendras, por lo cual es un paso esencial e indispensable para el desarrollo del sabor y el aroma a chocolate; una mala fermentación afecta la calidad física y química del cacao. Los granos de cacao extraídos de las mazorcas se someten a un proceso de fermentación que tiene por objeto desprenderlos de la pulpa mucilaginosa que los protege, provocar la muerte del embrión e impedir la germinación de los granos; lo anterior facilita su conservación y promueve el desencadenamiento de modificaciones bioquímicas en el interior de los cotiledones, que se traducen en un aumento de volumen, desaparición del color púrpura y aparición del color pardo característico del cacao elaborado. El cambio trae como consecuencia una disminución del sabor amargo y de la astringencia, y permite el desarrollo de los precursores de aroma que condicionan la calidad del chocolate.

El proceso de fermentación en cacao tiene dos fases: la alcohólica en condiciones anaeróbicas, donde se eleva la temperatura del cacao que provoca la muerte del embrión, y la fase de oxidación aeróbica, que provoca cambios de colores y pigmentos del grano y el desarrollo de aromas y sabor.

La fermentación se debe hacer en recipientes de madera durante cuatro o seis días, removiéndolo cada 24 horas para airear la masa y obtener uniformidad en la fermentación. Existen diferentes tipos de fermentadores, entre los cuales se destacan cajón sencillo o doble, cajones en escalera, paseras y el tambor rotatorio o barril fermentador.

Después de la fermentación, el grano queda con 50 % a 60 % de humedad, la cual debe llegar paulatinamente hasta 7 %, que es cuando tiene valor comercial y evita el crecimiento de hongos. Con el secado, adicionalmente se disminuye la acidez y la astringencia, se desarrollan el color y el sabor a chocolate característico.

Se recomienda hacer renovación de cultivos una vez el cacaotero inicie una tendencia a declinar la productividad, con pérdida de plantas o plantas improductivas, o cuando el cultivo sea demasiado viejo.

1.2.2. Contexto mundial

El cacao en el mundo se ha caracterizado por ser uno de los *commodities* más volátiles, debido a que el precio se determina en el Mercado Internacional de Futuros y Opciones de Londres (LIFFE) y en la Junta de Comercio de Nueva York (NYBOT), depende de la oferta y demanda mundial del grano, del inventario disponible y almacenado, de las condiciones de clima de las zonas productoras, del crecimiento de la demanda, de la elasticidad del ingreso y de la situación política de los principales productores, entre otros muchos factores.

La producción mundial de cacao en el periodo comprendido entre 1970 y 2010, según el estudio sobre el sector cacaotero de la Superintendencia de Industria y Comercio (2012), ha crecido aproximadamente un 170 %, al pasar de una producción de 1.543.448 t en 1970 a 4.187.587 t en 2010.

En el año 2009 se registró un área total de 8.733.093 ha en cacao en el mundo, disminuyendo un 3 % con respecto al área de 2007. Costa de Marfil es el principal productor del grano, seguido de Ghana y Nigeria. Colombia, para 2009, registró un área de 127.988 ha, equivalente al 2 % de participación mundial, superado por países de la región como Brasil (8 %) y Ecuador (5 %) (MADS, s. f.).

Para el 2011, de acuerdo con el «Plan nacional de desarrollo cacaotero 2012-2021», se estimaba que la producción mundial de cacao ascendiera a 4.195.000 t, de las cuales alrededor del 73 % se concentrarían en África, el 13,3 %, en Asia-Oceanía, y el 12,8 %, en América.

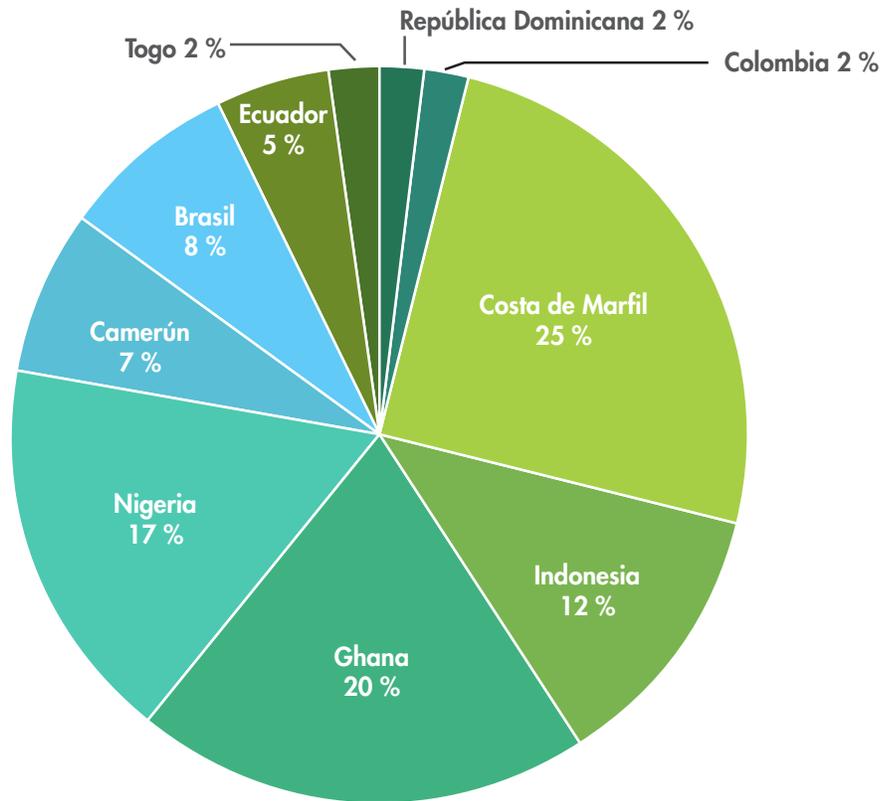
El cuadro 4 muestra la evolución de la producción de cacao por continentes y principales países en el periodo 2013-2014 y es estimado para el periodo 2014-2015, y la ilustración 5, la participación porcentual de los principales países productores del grano.

Cuadro 4. Producción mundial de cacao

2013-2014			Estimativos 2014-2015	
País	Toneladas (t)	Participación (%)	Toneladas (t)	Participación (%)
África	3199	73,1	3073	72,5
Camerún	211		232	
Costa de Marfil	1746		1796	
Ghana	897		740	
Nigeria	248		195	
Otros	97		109	
América	722	16,6	763	18,0
Brasil	228		230	
Ecuador	234		250	
Colombia	54		58	
Otros	211		279	
Asia	447	10,2	400	9,4
Indonesia	375		325	
Otros	72		75	
Total mundo	4373	100	4236	100

Fuente: IICO (2016).

Ilustración 5. Participación de la producción de cacao por países



Fuente: CNC (2011).

Los mayores productores de cacao para el año 2015, con 4.233.000 t de producción mundial, se concentran en Costa de Marfil e Indonesia, con una participación del 29,7 % y el 20,2 %, respectivamente. Los países de la región de Suramérica (Brasil, Ecuador, Perú y Colombia), en conjunto, participaron con 11,8 % de la producción mundial. Colombia ocupó el decimoprimer puesto, con 54.798 t producidas.

Desde el año 2000, las exportaciones e importaciones de cacao han presentado una tendencia creciente; sin embargo, dado que las importaciones superaron en la gran mayoría de los periodos a las exportaciones, se presentó una balanza comercial deficitaria en el mercado mundial del cacao (SIC, 2012).

Los principales países exportadores de cacao en el año 2010 fueron Costa de Marfil, con 790.912 t; Indonesia, con 432.427 t; Ghana, con 281.437 t, y Nigeria, con 232.634 t, los cuales coinciden con los principales productores del grano a nivel mundial (Argüelles, 2012).

Las importaciones de cacao en el mundo se concentran principalmente en países europeos y americanos. Para el año 2010, Holanda fue el país con el mayor registro (686.057 t importadas), que en dólares representa USD 2.158.852, seguida de Estados Unidos, Alemania, Malasia, Bélgica, Francia y Singapur, este último con 93.445 t.

Para el año 2015, la producción mundial alcanzó 4.335.000 de t y el consumo, 4.152.000 de t, con inventario de 1607 miles de t, para un 38,8 %. El pronóstico para 2016 es que la producción y el consumo tendrían un comportamiento deficitario que alcanzaría 113.000 t, llevando los inventarios a 1494 miles de t y un 35,4 % (cuadro 5).



Cuadro 5. Molienda de cacao por países (t)

País	2013-2014		Estimativos 2014-2015	
	Toneladas (t)	Participación (%)	Toneladas (t)	Participación (%)
EUROPA		37,0		37,4
Alemania	412		415	
Holanda	530		508	
Otros	660		629	
ÁFRICA	860	19,8	876	21,1
Ghana	234		234	
Costa de Marfil	519		558	
Otros	106		84	
AMÉRICA	949	21,9	878	21,1
Brasil	240		224	
Estados Unidos	446		400	
Colombia	46		49	
Otros	217		205	
ASIA		21,3		20,4
Indonesia	340		335	
Malasia	259		195	
Otros	325		316	
TOTAL DE ORIGEN	1936	44,7	1867	45,0
TOTAL MUNDO	4335	100	4152	100

Fuente: IICO (2016).

1.2.3. Contexto nacional

La cadena de cacao en Colombia está conformada por tres eslabones dentro del proceso productivo: producción primaria, comercialización e industria. Entre sus productos se encuentran el cacao, el cacao en polvo, las barras de chocolate y los chocolates rellenos, el chocolate de mesa en pasta dulce y amargo, la cobertura de chocolate, el licor o la pasta de cacao, la manteca de cacao y las modificaciones de leche con chocolate.

Colombia se destaca como un productor de cacao fino y de aroma, condición de suma importancia puesto que solo el 8,5 % del cacao que se produce en el mundo es de este tipo. El consumo de chocolates negros se incrementa en el mundo y demanda cacaos finos y de aroma; solamente se producen 300.000 t, de las cuales Colombia y Ecuador producen el 60 %. La demanda de cacao fino y de aroma crece a un ritmo del 3 % anual, por lo que Colombia tiene una gran ventaja competitiva. En tal razón, el acuerdo de competitividad de la cadena de cacao-chocolate en Colombia tiene como visión incrementar la producción nacional hasta alcanzar como mínimo 200.000 t de grano en el año 2022, brindando sostenibilidad económica, social y ambiental a todos los eslabones de la cadena, conservando las

características de grano fino para satisfacer las exigencias de los mercados nacionales e internacionales, y posicionando a Colombia dentro de los principales países exportadores de productos elaborados y de cacao especiales finos y de aroma.

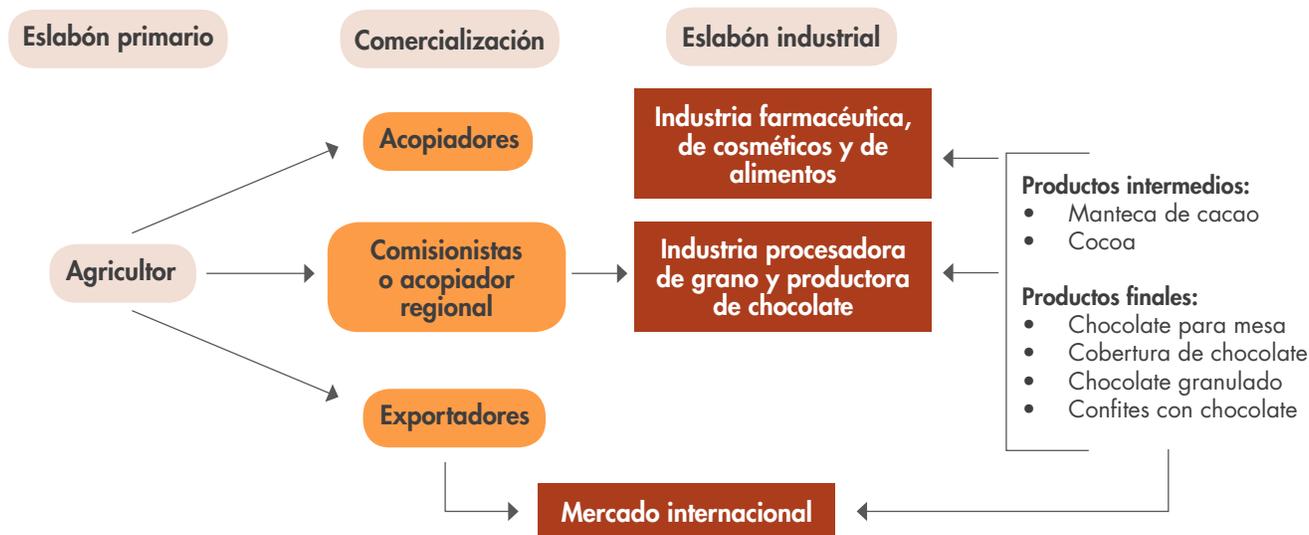
Según la Organización Internacional del Cacao (ICCO), la creciente demanda asiática de cacao, especialmente en China, podría llevar a que no existan suficientes semillas para el año 2020, lo que implicaría un consecuente aumento del precio del cacao, tendencia que se espera crezca en el mediano plazo.

El eslabón primario, representado por los agricultores, hace referencia a la siembra, el mantenimiento y la recolección de cacao; Fedecacao calcula unas 25.000 familias vinculadas directamente con el cultivo, de las cuales el 90 % de la producción se concentra en pequeños productores.

El segundo eslabón abarca la comercialización del grano, tanto a nivel interno como externo, y en él intervienen los agentes comercializadores o directamente las industrias, quienes colocan el grano en las industrias procesadoras o en el país de destino de las exportaciones.

Por último, el eslabón industrial comprende el procesamiento del grano para producir licor, manteca, polvo de cacao, chocolates y confites que contengan chocolate. A este eslabón pertenecen las industrias procesadoras de cacao y productoras de chocolates, así como las productoras de confites con chocolates. La ilustración 6 presenta la estructura e la cadena productiva del cacao (SIC, s.f.), a partir de la Secretaría Técnica de la cadena productiva del cacao departamento de Huila.

Ilustración 6. Esquema de la cadena productiva del cacao en Colombia



Fuente: Secretaría Técnica de la cadena productiva del cacao del departamento del Huila.

El cultivo del cacao se concentra básicamente en cuatro zonas agroecológicas: 1. montaña santandereana, que representa cerca del 50 % de la producción nacional; 2. valles interandinos secos; 3. bosque húmedo tropical, y 4. zona cafetera marginal baja (Roldán *et al.*, 2004).

Fedecacao (s. f.) describe las principales características de las cuatro zonas: la montaña santandereana (Santander y Norte de Santander) cuenta con suelos mayoritariamente de ladera, de textura arcillosa y franco arcillosa, entre 0 y 500 m. s. n. m., precipitación entre 300 y 1200 mm/año y temperatura media entre 23 y 28 °C. La zona de los valles interandinos secos (Huila, sur del Tolima y norte del Magdalena) presenta suelos francos generalmente planos, entre 0 y 500 m. s. n. m., precipitación inferior a 1500 mm/año, que hace necesario el uso de riego y temperatura media entre 26 y 30 °C. La zona de bosque húmedo tropical (zonas de Urabá, Tumaco, Catatumbo, Arauca y Meta) presenta zonas mayoritariamente planas, con suelos francos de vegas de ríos y piedemonte, entre 0 y 500 m. s. n. m., precipitación superior a 2500 mm/año y temperatura media entre 26 y 30 °C. La zona cafetera marginal baja (viejo Caldas, suroeste de Antioquia y Norte del Tolima) presenta suelos de alta pendiente de buena fertilidad, entre 500 y 1200 m. s. n. m., precipitación entre 1500 y 2000 mm/año y temperatura media entre 22 y 26 °C.

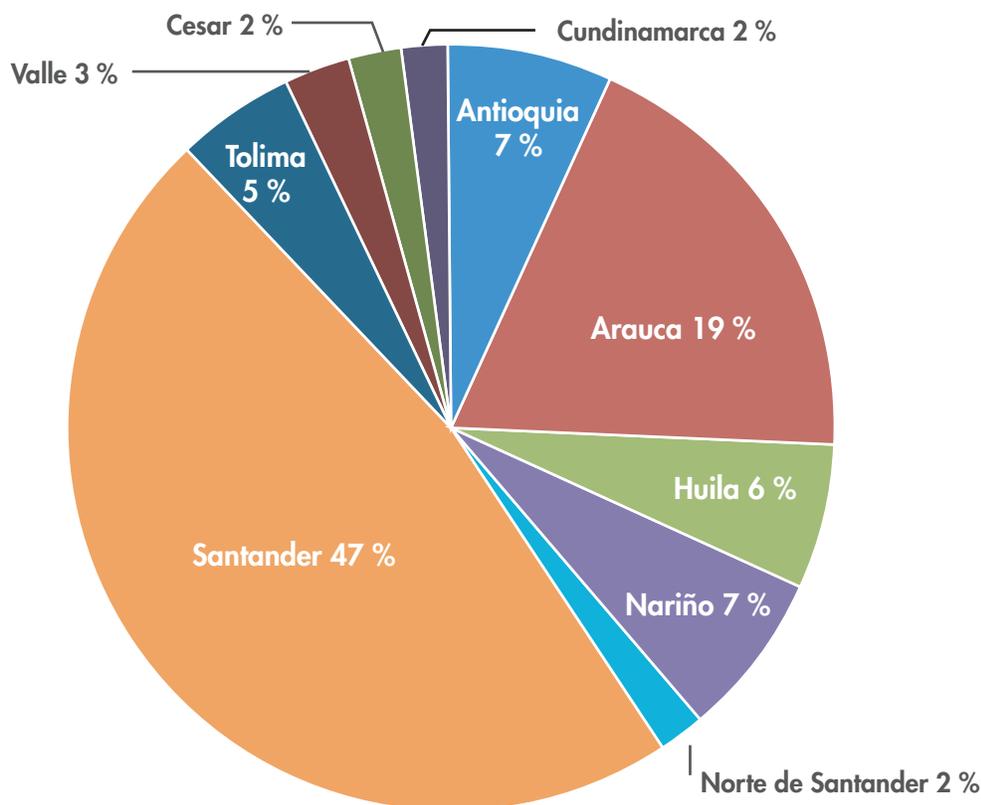
Fedecacao reporta que la producción de cacao en Colombia se presenta en dos picos de cosecha: el primero, entre noviembre, diciembre y enero, que es el de mayor volumen y, el segundo entre abril, mayo y junio, de menor volumen.



1.2.3.1. Importancia económica

La producción de cacao en Colombia ha estado concentrada principalmente en siete departamentos: Santander, Arauca, Huila, Antioquia, Tolima, Norte de Santander y Nariño. Colombia, en 2015, contaba con un área total de 164.000 ha; Santander es el departamento con la mayor área y producción (47 % del total nacional); por otra parte, los departamentos de Arauca, Nariño, Huila y Antioquia, en conjunto, participan con otro 39 % de la producción nacional (ilustración 7).

Ilustración 7. Participación departamental en producción nacional de cacao (año 2011)



Fuente: SIC (2012).

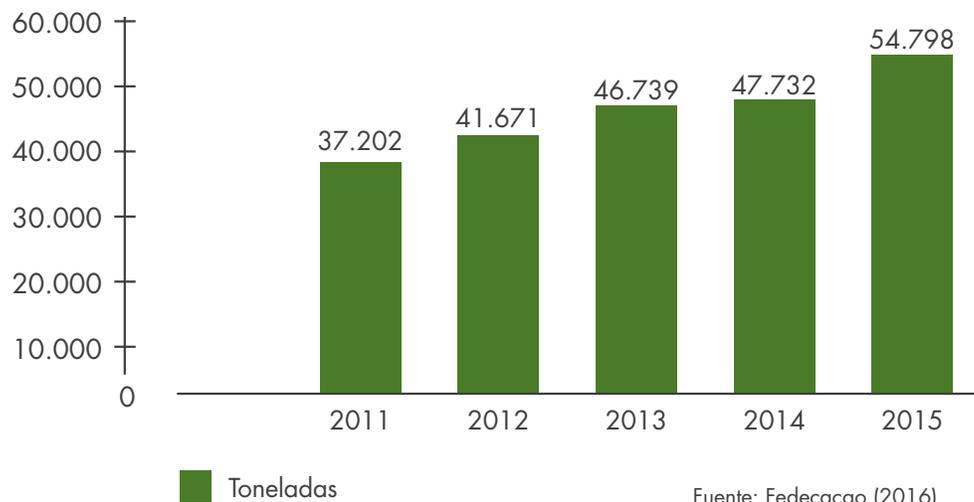
La producción nacional de cacao entre 2011 y 2015 aumentó de 37.202 a 56.000 ha, con un incremento del 50,5 %. La producción del año 2015 fue absorbida por Casa Luker y Nutresa, que compraron el 74 %; el 20 % la compraron las empresas exportadoras, y el 6 %, otras procesadoras. Nutresa dominó la compra de cacao en los departamentos de Santander y Antioquia, mientras que en Cundinamarca y Caldas lo hizo Casa Luker; en 2015, la producción fue de 54.798 t (cuadro 6 e ilustración 8).

Cuadro 6. Producción de cacao en t y demanda de cacao

Ítem	2011	2012	2013	2014	2015
Producción en t	37.202	41.668	46.739	47.732	54.798
Precio (miles de \$/t)	5536	3972	4006	5490	7092

Demanda por compañías de cacao colombiano	2014	2015
Compañía Nacional de Chocolates	21.042	22.630
Casa Luker	19.031	18.049
Otras compañías	3112	3140
Exportadores	4547	10.979

Fuente: Fedecacao (2016).

Ilustración 8. Producción de cacao en Colombia (2008-2013)

Fuente: Fedecacao (2016).

Por otra parte, en el año 2015 se exportaron 24.300 t de cacao: 13.744 t de grano, 6504 de subproductos y 4052 de terminados, mientras que se importaron 16.770 t: 5891 t de grano, 2587 t de subproductos y 8292 t de terminados (cuadro 7).

Cuadro 7. Consumo interno de cacao, año 2015

Producción nacional (t)	54.798
Exportaciones de cacao en grano	13.744
Exportaciones de subproductos	6504
Exportaciones de terminados	4052
Total importaciones	24.300
Demanda externa	24.300
Importaciones de cacao en grano	5891
Importaciones de subproductos	2587
Importaciones de terminados	8292
Total importaciones	16.770
Demanda interna	71.568

Fuente: Fedecacao (2016).

El consumo interno de cacao en Colombia llegó a 47.268 t, como resultado de la sumatoria de la producción nacional y las importaciones, menos las exportaciones del grano.

En los cuadros 8 y 9 se presentan las exportaciones e importaciones de cacao, y los países destino que ha tenido Colombia entre 2009 y 2016. A partir del año 2011, las exportaciones presentaron un comportamiento creciente con un promedio anual del 53 %; según la SIC (2012), durante los años 2005 a 2007 el principal destino de las exportaciones colombianas de cacao fue Alemania; a partir de 2010, se presentó un incremento en las exportaciones a países como Canadá, España y Estados Unidos, y se comenzó a exportar el producto a la India, Turquía y Singapur. En 2015, fueron para España, México y Malasia. Por su parte, Ecuador fue el país de origen más importante de las importaciones colombianas de cacao durante los años 2005 a 2015.

Cuadro 8. Exportaciones e importaciones de cacao. Volumen (t) y valor (miles de USD)

Año/partida arancelaria	1801*	1803-5*	1806*
2009	2110	811	14.034
2010	4517	3470	13.597
2011	2304	4042	20.167
2012	4321	3609	15.472
2013	7693	4652	10.468
2014	8098	5260	14.572
2015	13.744	5186	12.251
2016 (a octubre)	9010	2991	11.150

* Partidas arancelarias 1801 (cacao en grano), 1803-05 (semielaborados), 1806 (chocolates).

Exportaciones por partidas arancelarias (miles de USD)

Año	1801	1803-4	1806	Total
2008	1879	448	44.937	47.266
2009	6041	1687	35.548	43.261
2010	14.510	16.250	41.404	72.164
2011	7751	1732	35.361	44.844
2012	11.246	12.192	35.812	59.250
2013	14.923	13.480	36.370	64.773
2014	24.409	30.198	91.376	145.983
2015	41.744	26.876	60.324	128.974

Fuente: DIAN y CNC (2016).

Cuadro 9. Destino de las exportaciones, año 2015

Grano	Subproductos	Terminados
España: 25 %	Argentina	Estados Unidos
México: 23 %	México	Sudáfrica
Malasia: 20 %	Estados Unidos	Perú

Fuente: DIAN (2016).

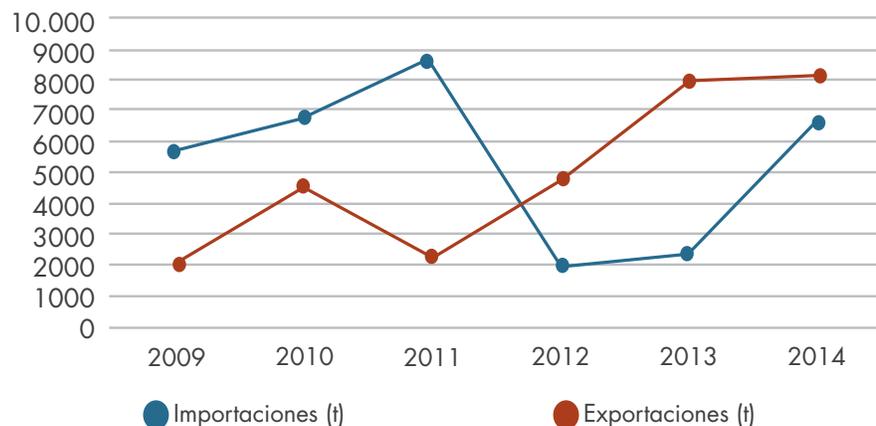
En general, se observa un cambio en la balanza comercial del cacao en Colombia a partir del año 2012, explicado por el incremento del volumen de las exportaciones que recuperaron el nivel de 2010 y, paulatinamente, aumenta en un 186 % hasta el año 2015 (cuadro 10 e ilustración 9).

Cuadro 10. Balanza comercial del cacao en Colombia (2002-2015)

Ítem/año	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Importación (t)	5687	6819	8681	1960	2316	6720	5890
Exportación (t)	2112	4517	2304	4708	7962	8098	13.747
Balanza comercial	-3575	-2302	-6378	2748	5646	1378	7857

Fuente: DIAN (2016).

Ilustración 9. Balanza comercial del cacao



Fuente: CNC (2015).

1.2.3.2. Crédito e incentivos

Como se observa en el cuadro 11, la evolución del crédito para cacao destaca que en el 2015 alcanzó la cifra histórica de \$136.646 millones, pasando de 8652 operaciones en 2014 a 11.689 operaciones.

Cuadro 11. Crédito en cacao (2005-2015)

AÑO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Total (miles de \$)	42.919	44.336	41.908	79.990	104.747	92.246	113.217	136.646

Fuente: Finagro (2016).

Por su parte, el ICR para 2014 en cacao logró 7881 operaciones, con \$ 40.608.000 pagados, lo que representó un 17 % dentro del sector (cuadro 12).

Cuadro 12. ICR pagado a proyectos de cacao, año 2014

Valor del proyecto (miles de \$)	No. de operaciones	Valor ICR pagado (miles de \$)	Participación (%)
113.977	7881	40.608	16,99

Fuente: Finagro (2016).

1.2.3.2. Importancia ambiental

De acuerdo con Fedecacao (s. f.), el arreglo agroforestal que presenta el cacao conlleva a una baja utilización de maquinaria y plaguicidas. No obstante, existe la posibilidad de impacto en suelo por la preparación del mismo, quemas y la homogenización de los genotipos sembrados causantes de erosión genética.

Según la «Guía ambiental para el cultivo del cacao», este cultivo se caracteriza por la poca utilización de tecnologías o maquinaria que afecten o contaminen el ambiente y, por lo general, las diferentes etapas del cultivo se realizan de forma manual. La alta susceptibilidad del cacao a la deficiencia hídrica y el requerimiento de sombrero entre 25 % y 50 % para su adecuado crecimiento, floración y fructificación hacen que el manejo en asocio con otros elementos arbóreos o arbustivos contribuya a disminuir la radiación solar incidente y la regulación del microclima, haciendo del cultivo un sistema que conlleva a un uso más racional de los recursos naturales y un menor impacto al medioambiente (Rojas y Sacristán, 2013).

1.3. MARCO POLÍTICO

La Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao), creada en 1962, es el gremio que agrupa y representa a la gran mayoría de los cultivadores, que brinda soporte a través de los programas de investigación, transferencia de tecnología y apoyo a la comercialización. Fedecacao administra el Fondo Nacional del Cacao (FNC) mediante un contrato que para el efecto se suscribe con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, en virtud de la Ley 67 de 1983. Este fondo es una cuenta especial para el recaudo y manejo de los recursos provenientes de la cuota de fomento cacaotero, y está orientado a la financiación de programas y proyectos de beneficio para la actividad cacaotera.

La federación cuenta con siete comités departamentales ubicados en Santander, Huila, Arauca, Norte de Santander, Antioquia, Nariño y Tolima. De igual manera, existen 31 comités municipales ubicados a lo largo del país, que proponen programas y proyectos que debe ejecutar la federación, enmarcados dentro de las políticas de desarrollo del cultivo establecidas por el Estado. Fedecacao forma parte del CNC.

Para el sector agropecuario, Fedecacao está implementando el programa de manejo social del campo y sus 15 iniciativas de impacto social. La principal estrategia de este programa se dirige a la financiación de proyectos productivos a través de recursos de Finagro, alianzas productivas, el ICR y el programa de montaje de biofábricas de cacao financiado conjuntamente por el Minagricultura y Corpoica. También incluye programas de desarrollo tecnológico y asistencia técnica, convenios de precios, agricultura por contrato y venta anticipada del producto.

Con el fin de promover el cultivo de cacao, mediante las siembras de nuevas áreas, en 2003 el Gobierno creó un estímulo tributario para las personas o los empresarios obligados a declarar renta que desarrollen nuevos cultivos de cacao con fines de exportarlos. Lo anterior se reglamentó mediante la Ley 818 de julio de 2003 y el Decreto 2980 de octubre del mismo año, y señala que las rentas provenientes de los nuevos cultivos de tardío rendimiento

con vocación exportadora, como el cacao, quedan exentos del impuesto de renta a partir del año gravable 2004 y por un lapso de 14 años contados a partir de la fecha de siembra, entendida como la fecha de establecimiento del cultivo en el lote definitivo. Este decreto solo considera aquellos cultivos establecidos durante los diez años siguientes a la entrada en vigencia de la ley 818. También se señala que los cultivos objeto de la exención de renta no pueden beneficiarse de otros programas financiados con recursos del Estado.

En el año 2015 se adelantaron dos convenios con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, y el FNC, llamados Alianza Cacao, para la siembra, renovación de cultivos de cacao, apoyos tanto sanitarios como a la infraestructura del beneficio de cacao.

En resumen, se puede establecer que el marco de políticas aplicable a la cadena cacao se fundamenta en los siguientes instrumentos:

El «Acuerdo nacional de competitividad» suscrito en octubre de 2001, donde se crea el CNC, en febrero de 2002, integrado por representantes de Casa Luker, de la Compañía Nacional de Chocolates, de Chocolate Gironés, Fedecacao y dos asociaciones de productores, Ecocacao y Aprocasur, que cuenta con dos entidades de apoyo del sector privado (ANDI) y de investigación (Corpoica). El Minagricultura reconoce la cadena mediante la Resolución 00329 de noviembre de 2009. El CNC ha funcionado ininterrumpidamente desde su creación en 2002 y en él se ha definido la política de desarrollo del sector cacao y su agroindustria, así como las estrategias para el desarrollo competitivo. Dentro de la estructura del CNC se crearon los comités regionales de las principales regiones productoras e industriales del cacao, quienes desarrollan a nivel regional las políticas generadas en el mismo consejo.

El acuerdo de competitividad plantea como visión «Incrementar la producción nacional hasta alcanzar como mínimo 150.000 t del grano en el año 2022, brindando sostenibilidad económica, social y ambiental a todos los eslabones de la cadena, conservando las características de grano fino y de aroma para satisfacer las exigencias de los mercados nacionales e internacionales, y posicionando a Colombia dentro de los principales países exportadores de productos elaborados y de cacaos especiales».

El «Plan cacao 2012-2021», liderado por todas las empresas que hacen parte del CNC, tiene como meta «Convertir a Colombia en un jugador de clase mundial en el mercado de cacao fino y de aroma», mediante las estrategias de incrementar la producción y productividad con la siembra de 100.000 ha y la renovación de 80.000 ha, el fortalecimiento de la asociatividad, la utilización del crédito y el mejoramiento de la calidad del cacao en infraestructura, y el beneficio y la conformación, el crecimiento y la consolidación del servicio técnico y de extensión para el cultivo de Fedecacao y la Red cacao (Minagricultura, s.f.).

El cuadro 13 sintetiza el marco de política de incentivos relacionados con el sector cacaotero en Colombia.







Cuadro 13. Políticas e incentivos relacionados con el sector cacaotero colombiano

Marco de política	Lineamientos relacionados con el sector cacaotero
Incentivo para la capitalización rural (ICR)	<p>Reconocimiento de inversiones en el sector que representen capitalización del propietario y a través de la actividad financiada, como siembras de cacao o renovación de cultivos improductivos por «cambio de copa»; este incentivo está entre el 20 % y el 30 % del valor del proyecto.</p> <p>Es una política pública del Minagricultura, dirigida a estimular el sector productivo agropecuario, dotándolo de instrumentos y herramientas para enfrentar los retos derivados de la inserción del agro colombiano en los mercados internacionales. El desarrollo rural sostenible y las condiciones de una fuente de ingreso estable para los productores rurales son los dos principales focos de esta política ministerial.</p> <p>Los productores de cacao (independientemente de su tamaño) pueden acceder a una línea especial de crédito para siembra, renovación y mantenimiento de nuevas áreas, adquisición de maquinaria y equipo, y para infraestructura de beneficio o equipos para transformación primaria y comercialización.</p>
Fondo Agropecuario de Garantías (FAG)	<p>Garantías ofrecidas por Finagro, para aquellos agricultores sin garantías reales o colaterales suficientes para acceder al crédito.</p> <p>Tiene por objeto el garantizar los créditos y microcréditos en condiciones Finagro que se otorguen a personas naturales o jurídicas, dirigidos a financiar proyectos del sector agropecuario y rural.</p>
Apoyo a la productividad y aumento a la oferta de cacao en grano	<p>Convenio entre el Minagricultura y Fedecacao, que busca beneficiar mínimo a 5940 productores cacaoteros con la poda de 1.425.600 árboles, la realización de injertos a las plantas mayores de cinco años y la transferencia de tecnología para el cultivo. Para ello, Fedecacao convoca a los productores interesados en recibir el apoyo y posteriormente, con los técnicos de las unidades regionales, se realiza un diagnóstico de los productores para poder focalizar los beneficiarios, que son aquellos que por ubicación generan mayor impacto.</p>
Fondo de Estabilización de Precios de Exportación de Cacao	<p>Fondo para estabilizar los precios de exportación del cacao en grano, mediante un mecanismo de cesiones o compensaciones, según confrontación del precio de exportación con el promedio móvil de la Bolsa de Nueva York.</p> <p>Al igual que otros fondos de estabilización, cuando el precio de venta de exportación está por encima del techo, el exportador paga una cesión, la cual sirve para alimentar el fondo, y cuando se encuentra por debajo del piso recibe una compensación que le permite vender sin pérdida.</p>
Incentivo a la comercialización de cacao	<p>Brinda apoyo económico a los productores de cacao para compensar los precios en épocas de bajos precios en el mercado nacional, influenciado por las variaciones de precio internacional, con el fin de proteger los ingresos. Son beneficiarios todos los productores de cacao a nivel nacional.</p>

<p>Proyecto de apoyo a alianzas productivas</p>	<p>Apoyo de pequeños productores para establecer acuerdos formales con un aliado comercial, minimizando los riesgos asociados a la actividad comercial.</p> <p>El Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 destaca siete grandes líneas estratégicas: 1. incrementar la competitividad de la producción agropecuaria; 2. promover los encadenamientos externos e internos; 3. ampliar y diversificar los mercados agropecuarios; 4. promover esquemas de gestión del riesgo y mejorar las condiciones para las inversiones en el campo; 5. mejorar la capacidad para generar ingresos; 6. promover la equidad en el desarrollo regional rural, y 7. adecuar la institucionalidad para el desarrollo rural y la competitividad. Incluye 204 proyectos de investigación desarrollados dentro de los cuales se incluye el cacao.</p>
<p>Programas de investigación y desarrollo tecnológico</p>	<p>A través de Corpoica se apoyan proyectos de ciencia, tecnología e innovación (CTI), en redes de conocimiento por producto, a través de las cuales se atiende lo establecido en la agenda nacional de ciencia y tecnología agropecuaria (necesidades, de investigación para las cadenas productivas, que establecen las prioridades de CTI).</p>
<p>Plan Semilla</p>	<p>Corresponde a la producción de semillas de calidad de variedades mejoradas y regionales para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas (fase II). Busca fortalecer los procesos de producción de semillas y aumentar su inventario. Se adelanta en convenio entre el Minagricultura y Corpoica, e incluye proyectos de multiplicación de semillas para productores de cacao.</p>
<p>Tratados de libre comercio (TLC)</p>	<p>En el marco del TLC con Canadá, vigente desde agosto de 2011, se consideran dentro de los productos de libre acceso la confitería, el cacao y sus derivados, así como el cacao para la siembra. En el TLC con Estados Unidos, vigente desde mayo de 2012, se incluye la preparación de cacao dentro de los contingentes de exportación para productos agroindustriales con valor agregado. El Mercosur, vigente desde 2004, incluye dentro de los contingentes de importación el chocolate y demás preparaciones alimenticias que contengan cacao y preferencias arancelarias para la manteca de cacao.</p> <p>Dentro del TLC con México, vigente desde agosto de 2011, se consideran las preparaciones con cacao dentro de los productos con acceso preferencial. En el TLC Triángulo Norte, vigente con Guatemala desde el 12 de noviembre de 2009, y con Honduras y El Salvador desde el 27 de marzo de 2010, se incluyen dentro de los contingentes de importación los chocolates. El TLC con Panamá, suscrito en el 2010, incluye el cacao como producto de libre acceso en el ingreso de productos colombianos al mercado externo; esta misma condición se da con desgravación con Costa Rica para cacao en grano y con desgravación en el mediano y largo plazo para cacao en polvo. El tratado con Israel, vigente desde 2012, considera la desgravación de aranceles para chocolates.</p>

Fuente: CNC (2015).

1.4. MARCO NORMATIVO

Describe la evolución de las leyes, los decretos, las resoluciones y demás concernientes a la jurisprudencia que enmarcan los lineamientos y demás aspectos relacionados con la normatividad colombiana y de las políticas públicas asociadas a la cadena de cacao. En Colombia, la política de cadenas productivas agrícolas aborda prioritariamente aspectos técnicos y ambientales; sin embargo, 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.

Para la zonificación de áreas aptas para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000, es importante considerar el marco normativo que se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14. Marco normativo relevante para la zonificación de áreas aptas para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000

Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Ley 2 de 1959	«Por la cual se dictan normas sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables», donde «Para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, se establecen con carácter de “zonas forestales protectoras” y “bosques de interés general”», siete zonas de reserva forestal.
Decreto Ley 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, en concordancia con la Ley 2 de 1959, asigna a la Administración pública la competencia de velar por la protección de las cuencas hidrográficas contra los elementos que la degraden o alteren, y especialmente los que producen contaminación. Insta a prevenir la erosión, controlar y disminuir los daños causados por ella, y a coordinar y promover el aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables de la cuenca en ordenación. Regula el uso y la conservación de los suelos y asigna competencias a la Administración pública para crear distritos de conservación de suelos orientados a la recuperación de suelos alterados y coordinar la asistencia técnica y el crédito en dichos suelos.
Minagricultura, Decreto 877 de 1976	Define las prioridades referentes a los diversos usos del recurso forestal, adopta las áreas de reserva forestal vigente, dicta disposiciones para crear un área de reserva forestal y para tramitar sustracciones y permisos de aprovechamiento. Esta normatividad, por su aplicación, define, regula y restringe las zonas dentro de las cuales no se pueden adelantar prácticas productivas que vayan en contravía del aprovechamiento persistente de los bosques.
Ley 69 de 1993	Establece el seguro agropecuario en Colombia como un instrumento para incentivar y proteger la producción de alimentos, buscar el mejoramiento económico del sector rural, promoviendo el ordenamiento económico del sector agropecuario, cuyo objeto es la protección de las inversiones agropecuarias. Con esta norma también se crean el Fondo Nacional de Riesgos Agropecuarios y el Fondo Agropecuario de Garantías, que facilitan líneas de crédito para la adecuación de suelos a los minifundistas y el respaldo a los grandes y medianos productores.
Ley 99 de 1993	Crea una nueva estructura institucional para el manejo y la administración de los recursos naturales renovables y del medioambiente, asignándole entre sus funciones regular las condiciones generales para el saneamiento del medioambiente, y el uso, el manejo, el aprovechamiento, la conservación, la restauración y la recuperación de los recursos naturales, con el fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural.
Ley 101 de 1993	Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero. Dentro de esta se promulga el «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».
Minagricultura, Decreto 626 de 1994	Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y se dictan algunas disposiciones sobre el ICR, específicamente el artículo 28, el cual se refiere a la reglamentación del mismo.
Minagricultura, Decreto 1840 de 1994	Por el cual se 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 811 de 2003	Por la cual se crean las organizaciones de cadenas en los sectores agropecuario, pesquero, forestal y acuícola, y se dictan disposiciones para mejorar la competitividad de las cadenas estableciendo los acuerdos de competitividad entre los eslabones de las mismas. Este acuerdo es refrendado por el Gobierno nacional.

ICA, Resolución n.º 3434 de 2005	Establece normas para la producción, distribución y comercialización de material de propagación de cacao.
Minagricultura, Resolución n.º 0329 de 2009	Por el cual se crea y reglamenta el Consejo Nacional Cacaotero, se designan sus miembros y se constituye como la entidad asesora y consultiva del Gobierno nacional en el tema del cacao y la cadena productiva.
Decreto Ley 4145 de 2011	Por el cual se crea la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) y se dictan otras disposiciones.
Minagricultura, Resolución n.º 398 de 2011	Por medio de la cual se establece el procedimiento para el reconocimiento de empresas especializadas, conforme a lo establecido en la Ley 9 de 1983, modificada por la Ley 75 de 1986 y compilada en el artículo 157 del Decreto n.º 624 de 1989.
CNC, Resolución 003 de 2012	Recomienda los clones de cacao para las nuevas siembras y para el cambio de copa de los árboles improductivos en el proceso de renovación de cultivos.
CNC, Resolución 004 de 2012	Por el cual se reglamenta la siembra del clon CCN-51, para que se realice en lotes separados y nunca mezclados con clones trinitarios.
Ley 1694 de 2013	Los deudores del Programa de Reactivación Agropecuaria Nacional (PRAN Agropecuario), de que trata el Decreto 967 de 2000, y el Fondo de Solidaridad Agropecuario (Fonsa), creado por la Ley 302 de 1996, podrán extinguir las obligaciones a su cargo pagando de contado, hasta el 31 de diciembre de 2014, un valor igual a aquel que Finagro pagó en el momento de la adquisición de la respectiva obligación, descontando los abonos a capital que hubiere efectuado el deudor. Esto no implicará una reducción en el plazo para el pago de las obligaciones con vencimientos posteriores a la citada fecha.

Fuentes: UPRA y CNC (2016).

1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES

La zonificación considera todo el territorio continental colombiano y es un instrumento de carácter indicativo, teniendo en cuenta su escala, 1:100.000, de tipo general. Por tal razón, no es un instrumento de regulación o reglamentación de uso del suelo, cuya competencia corresponde a los entes territoriales en su área de jurisdicción, y no reemplaza la elaboración de proyectos de inversión puntuales, los cuales requieren de análisis e información más detallados, donde sean avalados 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.

Dicha zonificación se desarrolla considerando las siguientes premisas:

- La zonificación prioriza las áreas más competitivas para el desarrollo de cultivos comerciales de cacao, 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 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 con el fin de proteger el patrimonio cultural material e inmaterial del país, y el derecho de autodeterminación de dichas comunidades.
- El cultivo comercial de cacao no pondrá en riesgo áreas naturales o con potencial como ecosistemas estratégicos para la provisión de servicios ecosistémicos (bosques, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos), por lo cual prima para estas el criterio de exclusión técnica y legal.
- La inclusión de nuevos criterios o variables dentro del proceso de zonificación está sujeta a la disponibilidad de información oficial; en este sentido, algunas variables que pueden ser relevantes no se contemplan en la metodología hasta que la información sea entregada de manera oficial por la entidad encargada de su desarrollo.
- Finalmente, el mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia, a escala 1:100.000, 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 periodo de tiempo, lo cual plantea la necesidad de actualizar la zonificación por lo menos cada cinco años mediante un proceso sistemático que facilite el proceso.



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 la tierra (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 y depende de 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 y 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, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad como pilares para su desarrollo, 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, que sean 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, y 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 usadas en el proceso de evaluación de tierras (denominadas en este desarrollo metodológico como 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 (ilustración 10).



Ilustración 10. Marco conceptual para la zonificación de cadenas productivas



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 lo 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 el funcionamiento tanto de los ecosistemas como de los sistemas sociales. 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, en donde se incluyen la sociedad, la economía y la cultura.

Desde los criterios de orden socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el establecimiento y la permanencia de una cadena productiva, donde 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 contribuyen a mejorarlos.

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

En relación con la zonificación de una cadena productiva, la competitividad se expresa en la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido del cultivo, y con ello, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y las familias dedicadas al negocio; es decir, la competitividad implica un proceso mediante el cual un cultivo necesita en el municipio requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción.

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

- Considerar un enfoque multidisciplinario y sectorial para la zonificación de una cadena productiva.
- Usar un enfoque paralelo, donde cada criterio se aborde de manera conjunta y se obtenga directamente una clasificación para cada uno de ellos.
- Reconocer las múltiples funciones de la tierra, tanto para la producción de alimentos como para la conservación del medioambiente.
- Reconocer una variedad de criterios asociados al uso de la tierra, que integre características físicas, climáticas, fitosanitarias, ecosistémicas, institucionales, de transporte, mano de obra y población, entre otras.
- Fomentar la participación de los interesados en los procesos de zonificación de aptitud de tierras.
- Definir ampliamente la sostenibilidad para incluir la productividad, la equidad social y los aspectos medioambientales.
- Valorar la tierra, dentro del contexto ambiental, como un factor que provee bienes y servicios a la población.



3. METODOLOGÍA

La zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao 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).

Dentro del esquema de evaluación de tierras de la FAO es necesaria la definición de unidades de tierra y los requerimientos del cultivo, proceso que va acompañado de una evaluación multicriterio, con el fin de hacerlo más acorde con la disponibilidad de herramientas actuales de procesamiento, calificación y estandarización de datos, entre otros, lo cual asegura la generación de resultados más sólidos frente al procedimiento normalmente empleado.

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 conjunto de requisitos, parámetros o variables que definen decisiones de aptitud de uso específico de un territorio rural. Para efectos de la zonificación, los criterios pueden ser de cuatro tipos (ilustración 11).

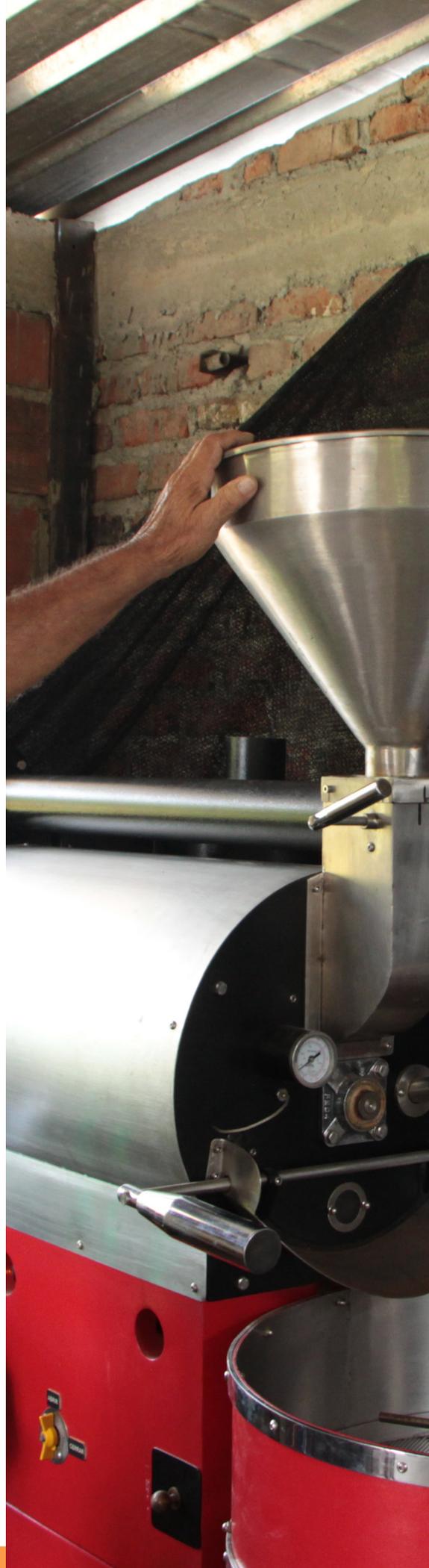
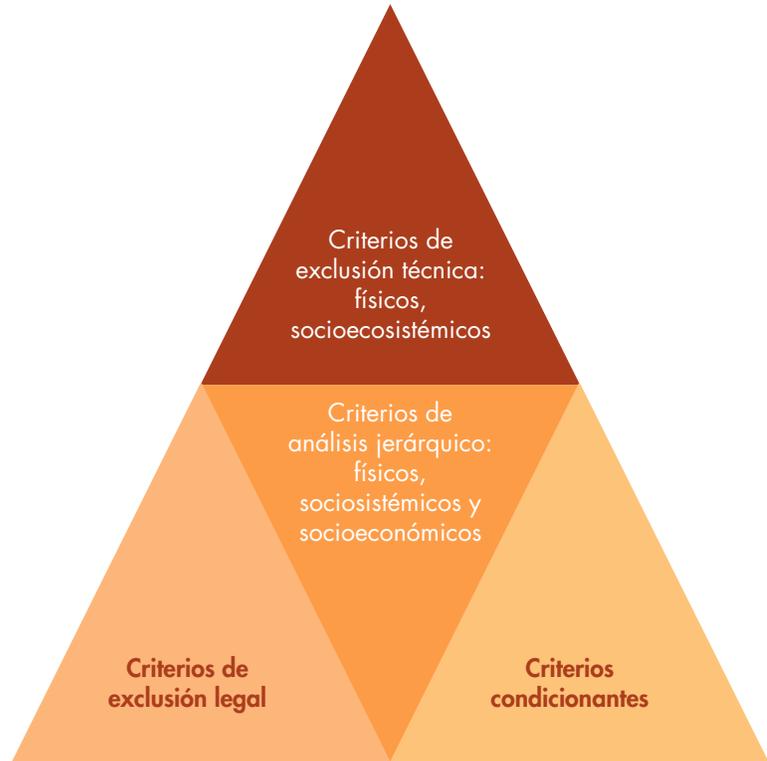




Ilustración 11. Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales



Fuente: UPRA (2015).

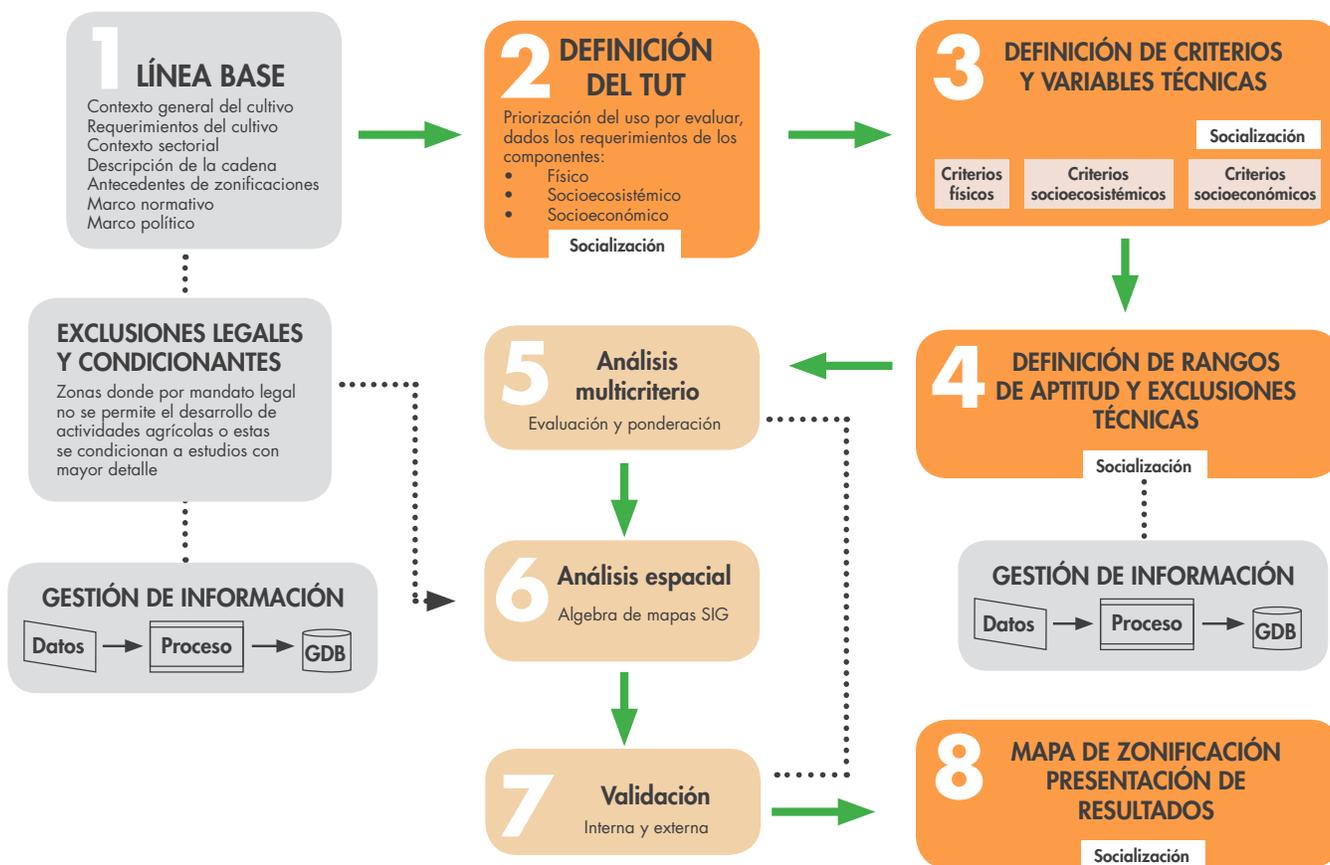
- » Criterios de análisis jerárquico: aquellos factores para los cuales se definen los niveles de aptitud, en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para el cultivo comercial de cacao.
- » Criterios de exclusión técnica: zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el desarrollo de cultivos comerciales de cacao.
- » Criterios de exclusión legal: zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas o zonas con condicionantes legales o técnicos que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de cultivos de cacao con fines comerciales.
- » Criterios condicionantes: zonas con condicionantes legales o técnicos que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis

complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

Por su parte, las variables son atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse, y que son utilizadas como un medio para describir las cualidades de la misma (criterios).

Con base en el esquema metodológico propuesto para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales (UPRA, 2014), la ilustración 12 muestra el esquema metodológico de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao.

Ilustración 12. Esquema metodológico de la zonificación de cadenas productivas



Fuente: UPRA (2014).

3.1. DEFINICIÓN DEL TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)

El tipo de utilización de la tierra es una descripción a un nivel apropiado de detalle del uso de la tierra, que incluye las características del sistema de producción, el contexto socioeconómico y el ecológico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo de cacao 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 calificables o cuantificables en el país, o que sirven para delimitar las opciones de uso de la tierra.

Para efectos de la zonificación a escala 1:100.000, se considera el primer eslabón de la cadena y el tipo de utilización de la tierra se define como: «Cultivo comercial de cacao (*Theobroma cacao* L.) con un arreglo espacial asociado con otros cultivos (principalmente maderables y algunos frutales) cuyo propósito principal es la producción del grano seco, como actividad económica articulada al mercado de la cadena».

En función de la definición del TUT se tuvieron en cuenta los requerimientos del cultivo, la caracterización de los sistemas de producción y la descripción de la cadena:

- Requerimientos del cultivo

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es un árbol de porte bajo, entre 4 y 8 m de altura y generalmente se asocia a un sistema agroforestal (SAF), donde se combinan la producción del cultivo con especies forestales o agrícolas, y donde existe una influencia ecológica mutua. En su etapa inicial, el cultivo necesita sombrío temporal durante sus tres primeros años, intercalándose generalmente con plátano; en su edad adulta, el sombrío es permanente, usando maderables con valor comercial y frutales en asocio.

El cacaotero es una planta adaptada a condiciones de clima cálido; se localiza por debajo de los 1300 m. s. n. m., en temperaturas superiores a los 20 °C y precipitación óptima entre 1000 y 2500 mm/año. El cultivo se desarrolla productivamente y se adapta a una variedad de suelos ricos en materia orgánica, profundos, con texturas que van desde arcillas pesadas muy erosionadas, hasta arenas o cenizas volcánicas recién formadas y limosas, con pH de 4 a 7, con buen drenaje interno y externo, y pendientes desde ligeramente onduladas (12 %-25 %) hasta moderadamente escarpadas (50 %-75 %); se prefieren pendientes que no superen el 75 % debido a que en el establecimiento y mantenimiento del cultivo comercial se requieren prácticas culturales que se dificultan a medida que aumenta la inclinación del suelo.

- Caracterización de los sistemas de producción

Predomina el sistema de economía campesina de pequeños productores con unidades productivas promedio de 3,3 ha, donde el cacao constituye una de las fuentes alternativas de ingresos y generalmente está asociado con otros cultivos como plátano, banano, caña, frutales, especies maderables y cultivos transitorios como maíz y frijol. Estas fincas utilizan medios tradicionales y de baja tecnificación para la siembra, mantenimiento y recolección, lo que conlleva a una baja cantidad y calidad del producto, ya que su interés por el cultivo depende del precio del grano y la inversión de recursos para el mantenimiento

de los cacaotales es mínima. También existen cultivos empresariales mayores a 50 ha, que corresponden al 5 % del área sembrada y al 16 % de la producción.

El 60 % de la mano de obra empleada en el cultivo es de tipo familiar y de acuerdo con el Minagricultura (2005), la participación de las diferentes labores culturales realizadas por los agricultores corresponden a la cosecha (44 %) y al control de arvenses (28 %). Las labores de fertilización solo ocupan un 0,6 % de la mano de obra, y no es una actividad muy aplicada, mientras que la poda es la única actividad donde predomina la mano de obra contratada, debido a que de ella depende formar adecuadamente el árbol y asegurar una buena capacidad productiva.

- Descripción de la cadena

A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los eslabones de acuerdo con el proceso productivo: producción primaria, comercialización e industria.

El primer eslabón hace referencia a la siembra, el mantenimiento y la recolección de cacao, donde intervienen los agricultores y los productores de los insumos necesarios para el cultivo. Según datos del 2015 del Minagricultura, el número de productores aumentó de 22.000 a 25.000 para el periodo 2010-2013, con una producción de 54.700 t.

El segundo eslabón abarca la comercialización del grano, tanto a nivel interno como externo, desde el proceso de compra por los agentes o comisionistas hasta que es puesto en las fábricas procesadoras en el país o con destino a las exportaciones. Intervienen la industria, las asociaciones de productores, Fedecacao, acopiadores y comisionistas, quienes se centran en el mercado nacional o de exportación.

Los acopiadores tienen contacto directo con el productor y en muchos casos comercializan el cacao para comisionistas, fijando el precio de acuerdo con el valor del mercado (precio internacional de la Junta de Comercio de Nueva York [NYBOT por su sigla en inglés], tasa representativa del mercado y costos de internación) y según las condiciones físicas del grano reglamentadas por la Norma Icontec 1252 de 1988, revisada en 2013, para cacao en grano, que define y reglamenta aspectos como el tamaño del grano, el número de granos/100 g, el grado de fermentación, la humedad, las impurezas, el contenido de pasilla y la presencia de plagas. Los comisionistas son compradores autorizados por las compañías procesadoras y acopian cacao en grandes cantidades (Espinel *et al.*, 2004).

La producción nacional es absorbida por las industrias que, con las organizaciones de productores regionales, adelantan contratos de compras, participando en procesos de comercialización concertada entre la industria y las organizaciones, o como socios comerciales en proyectos como los de alianzas productivas del Minagricultura.

El eslabón industrial comprende el procesamiento del grano para producir chocolate de mesa en pasta dulce y amargo, cacao en polvo, barras de chocolate y chocolates rellenos o subproductos como coberturas de chocolate, licor o pasta de cacao, manteca de cacao y modificaciones de leche con chocolate. A este eslabón pertenecen las industrias procesadoras de cacao y productoras de chocolates, así como las productoras de confites con chocolates. Se destacan



por su tamaño y participación el grupo Nutresa S. A., la Compañía Nacional de Chocolates y Casa Luker S. A., que procesan alrededor del 87 % del cacao producido en Colombia (SIC, 2012). La industria chocolatera colombiana se caracteriza por una tecnología moderna, con maquinaria importada, en su mayoría automatizada, que utiliza sistemas actualizados de administración, gerencia, mercadeo y distribución, con una inmensa red para el mercado detallista en todo el país.

Los chocolates terminados, barras y bombones representaron el 78,8 % (USD 35 millones), de un total de USD 45 millones que exportó el sector cacao como granos, subproductos y terminados en 2015. Los productos de confitería representaron el 78,8 % de las exportaciones del sector, sobrepasando los USD 320 millones exportados en 2012, donde bombones, caramelos y confites registraron una participación del 64 % (USD 219 millones) sobre el total exportado (CNCH, 2012).

3.2. CRITERIOS DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

3.2.1. Criterios físicos

A través del análisis de los elementos del componente en un espacio territorial, se puede determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido. De acuerdo con los estudios agronómicos realizados para el cultivo del cacao, se han precisado algunas características desde este componente que identifican criterios y variables para su aplicación, los cuales están agrupados en tres subcomponentes: climático, edáfico y fitosanitario (ilustración 13).

Ilustración 13. Criterios y variables del componente físico



Subcomponente climático: conjunto cambiante de las condiciones atmosféricas propias de un lugar o región, caracterizado por los estados y las evoluciones de las variables climáticas (precipitación, temperatura y humedad del aire, radiación, insolación, viento), durante un periodo de tiempo. Los elementos climáticos que tienen una mayor incidencia en cada una de las fases de desarrollo del cultivo de cacao son la precipitación o la lluvia, la temperatura y la humedad del aire, mientras que el viento actúa como agente propagador de las plagas para el cultivo y daños mecánicos en las hojas de los árboles, en cultivos recién sembrados desprovistos de sombrío. Para la zonificación se han tomado las condiciones climáticas como criterio de evaluación. Este criterio está compuesto, para el caso específico del cacao, por las variables temperatura del aire, precipitación y déficit pluvial (o número de meses secos), que son los elementos climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo comercial de cacao (cuadro 15).

Cuadro 15. Criterio y variables del subcomponente climático

Criterio	Definición	Descripción de variables
Condiciones climáticas	Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas basadas en un periodo extenso de las variables o los elementos climáticos referentes al estado de la atmósfera en dicho espacio. Cuando se hace referencia al clima, se hace énfasis en los tres elementos climáticos más representativos e importantes desde el punto de vista de la producción del cultivo de cacao: la temperatura, la precipitación y el déficit pluvial.	Temperatura media: magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. La temperatura del aire hace referencia a 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 índice de balance calórico de las plantas.
		Precipitación: cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. Un milímetro (1 mm) de precipitación equivale a un litro de agua lluvia por metro cuadrado de superficie ($1\text{l}/\text{m}^2$) o a diez metros cúbicos de agua por hectárea ($10\text{ m}^3/\text{ha}$).
		Déficit pluvial: falta de agua lluvia en las cantidades necesarias para suplir los requerimientos del cultivo en alguna época del año. Para el caso del cacao, los meses secos corresponden a lluvias iguales o inferiores a 100 mm/mes.

La temperatura del aire ejerce un efecto en todos los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo del cultivo de cacao, de ahí su importancia. La velocidad de crecimiento y la floración está limitada por cierto rango de temperatura, que comprende valores mínimos y máximos, fuera del cual el crecimiento se detiene, al igual que las floraciones, y por lo tanto la fructificación es escasa. El óptimo se encuentra entre estos valores mínimos y máximos. Los efectos acumulativos de la temperatura tienen directa incidencia en el crecimiento de las plantas de cacao, en particular en sus fases iniciales de desarrollo. Vale la pena aclarar que hay excepciones a esta regla cuando se presentan temperaturas extremas, que pueden ocasionar daños en los cultivos de cacao. Para la zonificación, conocer la distribución espacial de la temperatura del aire es importante, ya que permite establecer las zonas térmicas con aptitud alta, aptitud media, aptitud baja y no apta para el cultivo de cacao.

La importancia de la lluvia radica en el suministro de agua al suelo y las plantas, lo que permite la dinámica química y biológica que facilita la nutrición vegetal y mejora las propiedades físicas de los suelos haciéndolos más permeables. Para la zonificación, conocer la distribución espacial de la precipitación es importante, ya que permite establecer las zonas pluviométricas, con aptitud alta, aptitud media, aptitud baja, para el cultivo de cacao en condiciones naturales.

El cultivo comercial de cacao presenta estrés por la acumulación de meses secos consecutivos. En tal sentido, conocer la distribución espacial del déficit hídrico permite establecer las zonas con aptitud alta, aptitud media y aptitud baja para el cultivo de cacao en condiciones naturales.

Subcomponente edáfico: el suelo, como un cuerpo natural y complejo, tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos, ya que dependiendo de sus características, las especies vegetales pueden sobrevivir, cumpliendo su ciclo de vida. Las buenas relaciones entre el suelo y las plantas determinan las interacciones adecuadas entre las cadenas alimenticias de los animales y el hombre mismo, presentándose un equilibrio entre la productividad del suelo y su manejo o conservación. El cultivo de cacao requiere de condiciones óptimas para su siembra, crecimiento y desarrollo, donde las principales cualidades están referidas a la capacidad de laboreo, las condiciones de enraizamiento, la disponibilidad de humedad, la disponibilidad de nutrientes, la disponibilidad de oxígeno y la conservación de suelos (cuadro 16).

Cuadro 16. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio	Definición	Definición de la variable
Capacidad de laboreo	Facilidad o dificultad de un terreno en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo comercial de cacao implica, en pocos casos, el uso de maquinaria para la limpieza, la remoción y el laboreo de la tierra.	Pendiente: inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales o centesimales, o porcentaje y, en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.
		Textura: proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002).
		Pedregosidad: cantidades de fragmentos de roca presentes en el suelo; los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Los fragmentos se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas. Dependiendo de la cantidad, se disminuye el área útil por unidad de superficie y puede llegar a impedir el uso de maquinaria e implementos agrícolas.

Criterio	Definición	Definición de la variable
Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva del suelo, es decir, profundidad hasta donde penetran las raíces sin ningún obstáculo. En la medida en que las raíces pueden explorar mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes.	Profundidad efectiva: total de la profundidad del perfil del suelo favorable para desarrollo de las raíces (USDA, 1961). También se entiende como profundidad radicular el espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables.
		Pedregosidad: cantidades de fragmentos de roca presentes en el suelo; los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Los fragmentos se reconocen de acuerdo a su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas. Dependiendo de la cantidad, se disminuye el área útil por unidad de superficie y puede llegar a impedir el uso de maquinaria e implementos agrícolas.
		Textura: proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002).
Disponibilidad de humedad	Capacidad que tienen los suelos para aportar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo; se relaciona con el contenido y el movimiento interno del agua en el suelo, y con la posibilidad de retención de humedad durante el año, la cual depende a su vez de las clases texturales de los suelos y de los regímenes pluviométricos.	Régimen de humedad: presencia o ausencia de un manto freático, o agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por periodos del año.
		Textura: proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002).
Disponibilidad de oxígeno	Cualidad del suelo que indica las condiciones de aireación del mismo. Cuando el suelo está libre de saturación de agua, los poros del suelo permiten la libre circulación del CO ₂ hacia la atmósfera y la entrada del oxígeno del exterior para ser absorbido por las plantas.	Drenaje natural: tiempo en el que el agua permanece en la superficie o dentro del suelo. También se asocia a la remoción natural del exceso de agua acumulada sobre la superficie y a lo largo del perfil de suelo. El drenaje natural combina el drenaje interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre pendiente, escorrentía e infiltración y las evidencias de procesos de óxido-reducción y colores gley; también depende de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).
		Susceptibilidad a inundaciones: la inundación es causada por el ascenso del nivel de las aguas, ya sea de una corriente hídrica o de aguas confinadas a sectores que normalmente están secos. El encharcamiento se da cuando el nivel de las aguas causantes se retira y el agua no drena, sino que permanece en el lugar. Este ocurre en zonas cóncavas a los lados de las corrientes hídricas (bazines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).

Criterio	Definición	Definición de la variable
Disponibilidad de nutrientes	Capacidad o potencialidad que tienen los suelos de aportar a las plantas los nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo. Contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes y está relacionada directamente con los contenidos en el suelo de los elementos mayores y menores, esenciales para el desarrollo y la producción del cacao.	Acidez (pH): logaritmo negativo de la actividad de iones H^+ en la solución o suspensión del suelo.
		Saturación de bases: suma de las bases cambiables (Ca, Mg, K y Na), expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable (Al e H) corresponde al complemento del 100 %. El pH es directamente proporcional al porcentaje de saturación de bases, excepto cuando los materiales de origen de los suelos son diferentes (Fassbender y Bornemizza, 1987).
		Capacidad de intercambio catiónico: mide la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn y NH_4), algunos de los cuales son necesarios para la nutrición de las plantas y regularización de la disponibilidad de nutrientes. Se expresa en cmol/kg suelo.
		Carbono orgánico: 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. Además, incluye una fracción viva o biota, que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos.
Toxicidad de suelos	<p>Presencia de altos contenidos de sales y Al que limitan el desarrollo fisiológico del cultivo de cacao.</p> <p>Cuando los elementos que son necesarios para el desarrollo de la mayoría de las plantas se encuentran en concentraciones mayores de las requeridas pueden llegar a ser tóxicos, como es el caso de los micronutrientes (Fe, Mn, Cl, Zn y Ni), las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), la saturación de Na y la saturación de Al.</p> <p>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, la alta concentración de sales y de sodio.</p>	Salinidad o sodicidad: contenido de sales solubles o sodio intercambiable en la zona radicular; el contenido de sales se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica, pero puede expresarse como cantidad o porcentaje de sales en el suelo, como también cantidad de aniones en la fracción de cambio. El sodio se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).
		Saturación de aluminio: relación porcentual entre el aluminio del complejo de cambio y la acidez total. La saturación de Al del suelo hace referencia a la acidez debida al ion Al^{+3} , que es abundante 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 de calcio, magnesio y potasio (Cortés y Malagón, 1984).

Criterio	Definición	Definición de la variable
<p>Conservación de suelos</p>	<p>Características que presentan las tierras que las hacen susceptibles a la degradación, en particular a la pérdida de suelo por erosión. Para el caso del cultivo de cacao, brinda ventajas por ser protector del recurso suelo, reduce la erosión, ayuda a la infiltración y restaura manantiales de agua; esta cualidad es importante debido a que se realiza en topografías onduladas o quebradas.</p>	<p>Pendiente: corresponde a la inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales o centesimales, o porcentaje y, en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.</p>
		<p>Erosión actual: proceso de degradación física e integral, que consiste en el desgaste de la superficie de la tierra por el desprendimiento y transporte del suelo y de otros materiales a través de la acción del agua en movimiento, el viento u otros agentes geológicos (USDA, 1961). Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en la superficie por estos procesos</p>
		<p>Susceptibilidad a deslizamientos: probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el terreno. Bajo el término de movimientos en masa se cobijan algunas de las formas más violentas y dramáticas de remoción en masa, en las que grandes volúmenes de material meteorizado o bloques y masas de roca fresca se desprenden de su lecho y se desplazan cuesta abajo, como una sola unidad, sobre un plano inclinado o sobre una superficie cóncava. Las zonas de ruptura suelen coincidir con superficies naturales preexistentes o pueden generarse durante el movimiento (IGAC, 2005).</p> <p>Los movimientos de ladera o deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido, que debe considerarse al momento de tomar decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de cacao.</p>

Subcomponente fitosanitario: el cultivo de cacao es afectado por un gran número de enfermedades causadas por hongos, favorecidas por temporadas con altos niveles de precipitación, debido al aumento de la humedad relativa. Las enfermedades más comunes son la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*). La primera de ellas es la enfermedad más frecuente y endémica en Colombia; el hongo afecta las mazorcas en cualquier momento de su crecimiento, causando daños en los granos con la consecuente disminución de la producción (Alarcón *et al.*, 2012).

Dentro del subcomponente fitosanitario, se identificaron los problemas más recurrentes a lo largo de las zonas productoras y, a diferencia de muchos sistemas productivos, el control de enfermedades una relación directa con las labores culturales tales como podas, sistema de cultivo y monitoreo, donde la intensidad en la utilización de herramientas de control de origen químico o biológico, es muy bajo.

Se ha definido el criterio denominado riesgo fitosanitario, que representa aquellas condiciones, especialmente climáticas, que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) de los agentes de orden fungoso de mayor impacto en el cultivo de cacao. Por su agresividad, nivel de daño o importancia económica, en esta zonificación se priorizó la moniliasis (*M. roreri*) relacionada con temperatura y humedad relativa, así como por el reporte del nivel de incidencia de la enfermedad (cuadro 17).

Cuadro 17. Criterio y variables del subcomponente fitosanitario

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Riesgo fitosanitario	Conjunto de las principales condiciones ambientales (temperatura, y humedad relativa, así como la incidencia de la enfermedad) que aumentan la probabilidad de que se desarrollen procesos de inoculación, infección y propagación de la moniliasis (<i>M. roreni</i>).	Temperatura: magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. La temperatura del aire hace referencia a la medida del estado térmico del mismo con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor; depende de la latitud y de la altitud, y se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas.
		Humedad relativa: relación porcentual entre la masa de vapor contenida en un volumen de aire y la que tendría el mismo volumen si estuviese saturado, a la misma temperatura. Se expresa en porcentaje.
		Incidencia de la enfermedad: distribución geográfica de la enfermedad, expresada como áreas biofísicas con la presencia de limitantes sanitarios relacionados al cultivo de cacao.

3.2.2. Criterios socioecosistémicos

El enfoque socioecosistémico considera la biodiversidad y los bienes y servicios ecológicos vinculados estrechamente con los sistemas sociales, donde el hombre, la sociedad y su cultura son componentes centrales de los ecosistemas, que modelan y se adaptan a los cambios en la naturaleza y que deben garantizar el uso sostenible de los recursos y el mantenimiento de la integridad ecológica como paradigma de conservación para el bienestar humano (Martín-López *et al.*, 2009).

Este enfoque dentro de la zonificación de la cadena productiva comercial del cacao es importante, ya 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 a la sociedad, la economía y la cultura, sin sesgar el desarrollo de nuevas actividades por visiones de conservación a ultranza, o puntos de vista totalmente desarrollistas y utilitaristas.

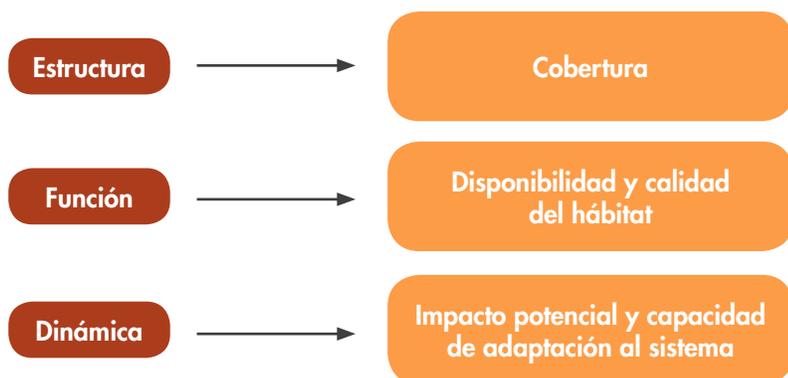
A partir de los conceptos teóricos generales de aptitud de la tierra, la cual se entiende como la adaptabilidad de un territorio para una actividad dada, para el proyecto de zonificación se establece desde el componente socioecosistémico que está en estrecha relación con el potencial de uso para el fin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

Al estar asociado el cultivo de cacao con SAF, los cuales se establecen con el fin de optimizar la producción por unidad de superficie, aumentando su rendimiento total, basado en la combinación de la producción de egresos múltiples con la protección de la base de recursos y respetando así el principio de rendimiento sostenible (Iglesias, 1999), el cacao puede proveer diversos beneficios, como el aumento de la diversidad del sistema, asemejándose más a las condiciones naturales del bosque, proveyendo hábitat y recursos para especies de plantas y animales, manteniendo la conectividad

en el paisaje y reduciendo los procesos de fragmentación, lo que facilita el movimiento de animales, semillas y polen (Schroth *et al.*, 2004).

Para la determinación de este potencial, en la escala de trabajo a nivel nacional (1:100.000), se identifican algunos atributos a escala ecosistémica y de paisaje, cuya simplicidad y alto valor predictivo y de síntesis permite obtener una interpretación desde una visión sistémica de la estructura, la función y la dinámica ecológica (ilustración 14).

Ilustración 14. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica



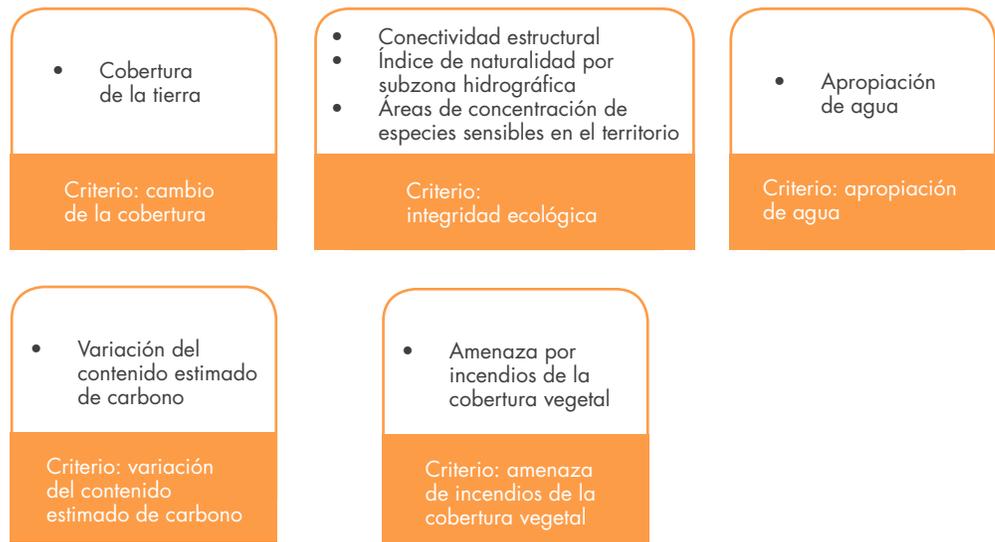
Fuente: UPRA (2015).

Desde el componente socioecosistémico, la aptitud representa el potencial del territorio para el desarrollo del cultivo comercial de cacao y la permanencia de la actividad. De esta forma, las áreas con mayor aptitud para el cultivo de cacao son aquellas donde la actividad productiva genera un menor impacto en los bienes y servicios que proveen los ecosistemas o contribuye a mejorarlos.

El componente socioecosistémico aporta a la zonificación una mirada desde la estructura, la función y la 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 socioecosistémico 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 cacao, y por último, un grupo que por aspectos normativos y legales excluye cualquier actividad asociada a esta cadena. Para el componente socioecosistémico, se identifican los criterios y las variables para su aplicación en la definición de la aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de cacao (ilustración 15 y cuadro 18).

Ilustración 15. Criterios y variables del componente socioecosistémico



Cuadro 18. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Cambio de la cobertura	Determina la favorabilidad del cambio de la cobertura en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo los siguientes principios: grado de antropización y transformación de las coberturas; importancia ecológica y ambiental de cada tipo de cobertura, de acuerdo con sus características, e importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.	A través de este criterio es posible identificar áreas con vegetación natural sujetas a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer el cultivo comercial de cacao, 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.
Integridad ecológica	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. Estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación.	Conectividad estructural de las coberturas naturales: medida a escala del paisaje transformado que permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats como espacio vital requerido para el mantenimiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas.
		Índice de naturalidad por subzona hidrográfica: cualidad de un ecosistema o de alguna parte del mismo que da a conocer su grado de independencia respecto de la acción del hombre o, lo que es igual, lo escaso de la influencia transformadora del hombre. Permite estimar la cantidad de espacios naturales destinados a garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en una unidad territorial determinada.
		Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): la variable establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas. De igual forma, se integran las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA); así, cuanto mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, menor la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de cacao, por cuanto los procesos productivos presionan sobre los procesos que sostienen las poblaciones de interés. Por el contrario, en áreas donde la concentración de estos elementos de la biodiversidad es baja, la aptitud para el establecimiento y desarrollo de cultivo de cacao es mayor.

Criterio	Definición	Descripción de la variable
Apropiación de agua	Cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción de cacao.	Apropiación de agua: permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de evapotranspiración real por subzona hidrográfica) en el escenario de establecimiento del cultivo comercial de cacao. 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 en su interior.
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 comercial de cacao.	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.
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Probabilidad que posee un área cualquiera de verse afectada por un incendio de la cobertura vegetal y cómo puede esta posibilidad afectar en mayor o en menor medida los cultivos comerciales de cacao establecidos en una zona determinada.	Los incendios de la cobertura vegetal son uno de los mayores peligros para cualquier tipo de cultivo, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos individuos, hasta destruir un cultivo por completo, generando pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercana. La amenaza total de incendios de la cobertura vegetal se debe entender como el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno; esta amenaza total se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado.

3.2.3. Criterios socioeconómicos

La competitividad es la capacidad para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que otros productores domésticos e internacionales, y 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 por la eficiencia con la que pueden producirse (Porter, 1980; Porter, 1985).

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

La sostenibilidad y el crecimiento en los niveles de competitividad dependen de alcanzar un uso eficiente de los factores de producción, consolidar altos niveles de innovación en los sistemas productivos, diversificar y ampliar los mercados, articular los mercados regionales y la población rural desarrollando su potencial productivo y elevando su calidad de vida.

En relación con la zonificación de aptitud del cultivo de cacao con fines comerciales, la competitividad se expresa en la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promueven el desarrollo sostenido de los cultivos de cacao con fines comerciales y, con ello, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y el bienestar de sus habitantes y, en particular, de los productores y las familias dedicadas al negocio cacaotero.

Con base en la definición planteada, la competitividad del cultivo de cacao con fines comerciales implica un proceso mediante el cual el mismo necesita en el municipio requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción, los cuales son los criterios o variables estructurales que conducen hacia la competitividad, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades cacaoteras.

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 cacaotero y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida.

Al inversionista cacaotero le puede resultar indiferente invertir donde haya mejores o peores condiciones de vida, pero su inversión sí beneficiará a la comunidad local. En consecuencia, el impacto socioeconómico causado por los proyectos de cacao con fines comerciales en Colombia interesa en especial a las agencias del Gobierno y a los productores con responsabilidad social.

El índice de competitividad (IC) es un indicador de competitividad regional que compara las capacidades de las regiones con potencial comercial para generar un desarrollo sostenible de un cultivo y a la vez promueve el bienestar para las familias que dependen de esta actividad. El IC es el resultado de incorporar las variables seleccionadas en un esquema de cálculo de indicadores mediante la estandarización y normalización de la información. Para ello, compara los diferentes aspectos de competitividad entre municipios y define debilidades y fortalezas relativas para cada uno de ellos. Esto permite establecer sectores críticos susceptibles de mejora en la competitividad de las regiones, con lo cual se obtiene un instrumento para la inversión.

La metodología de aptitud competitiva tiene el propósito de clasificar los municipios para obtener su medición frente a los demás municipios del país. Para ello, según el caso, se aplican los siguientes indicadores:

Si la clasificación es por IC (variables cuantitativas) la escala es de 0 a 1. Esta clasificación se realiza con el fin de analizar integralmente los índices en el proceso de clasificación: estandarizar los resultados de las variables y eliminar valores extremos (máximos y mínimos) que pueden causar valoraciones inconsistentes.

Si es por distancia o por área de influencia (variables cualitativas), se utilizan criterios de distancias y áreas de influencia, como por ejemplo, distancia a centros petroleros o áreas de influencia de entidades como el SENA.

La unidad de análisis es el municipio y se establecen tres rangos de aptitud competitiva. Con el fin de analizar integralmente los indicadores y homogenizar los resultados, se utiliza el IC con el complemento de promedios simples para obtener un índice por criterio. En el proceso del cálculo y espacialización de dicho índice se analiza la consistencia de la información suministrada por la fuente y se organiza con miras a estimar el índice de competitividad, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de competitividad} = (I - \text{Mín}) / (\text{Máx} - \text{Mín})$$

Donde:

- I* = valor de la variable en el municipio objeto del IC
- Mín* = valor mínimo existente de la variable en los municipios del país
- Máx* = valor máximo existente de la variable en los municipios del país

El IC calculado genera una puntuación de 0 a 1; este resultado corresponde a la posición o el puesto que ocupa este municipio en la aptitud competitiva para la variable en consideración, con respecto a los demás municipios del país.

Una vez calculado el IC de la variable objeto de estudio en cada uno de los municipios del país, este se clasificó, según su aptitud competitiva, así: aptitud alta (A1), si el IC tiende a 1, y aptitud baja (A3), si el IC tiende a 0. Los valores intermedios corresponden a aptitud media (A2).

En la ilustración 16 y en el cuadro 19 se muestran los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Ilustración 16. Criterios y variables del componente socioeconómico



Cuadro 19. Criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Definición	Descripción de las variables
Indicadores económicos	Tendencias de asignación de recursos financieros e incentivos que contribuyen al apalancamiento del cultivo en un entorno macroeconómico que considera el desempeño económico en el municipio.	Grado de importancia económica municipal: peso relativo que representa el PIB de cada uno de los municipios dentro de su departamento.
		Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora por grados o categorías de importancia económica que le deben corresponder a un municipio.
		Créditos otorgados: aquellos que se otorgan a personas naturales o jurídicas para desarrollar diferentes actividades, desde el proceso de producción y comercialización hasta la transformación primaria de los bienes.
		Incentivo a la capitalización rural (ICR): abono no reembolsable al saldo del capital del crédito contraído por el productor para la ejecución de nuevos proyectos de inversión, orientados a mejorar la infraestructura de producción y de comercialización.
Precio de la tierra rural	Expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio. Para efectos de la zonificación, el criterio, al igual que la variable, se asimiló e incorporó como el avalúo catastral promedio por hectárea de los predios rurales de un municipio.	Precio de la tierra rural municipal: medida que, a partir del avalúo catastral, calcula el avalúo promedio por hectárea de los predios rurales de un municipio.
Tamaño de la tierra rural	Superficie de terreno que se expresa en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento medio del cultivo y las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva. Para efectos de la zonificación, cada municipio del país se ubicó dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por lo tanto, en una aptitud determinada, asignada a partir de la relación existente entre el número de predios por rango de tamaño y la proporción del área que estos ocupan respecto al área total de los predios objeto del análisis.	Tamaño tipo de los predios rurales: área de terreno predial que predomina en un municipio, expresada con base en el número y el área ocupada por los predios en el municipio.

Criterio	Definición	Descripción de las variables
<p>Infraestructura y logística</p>	<p>Condiciones que posibilitan el intercambio comercial de bienes y servicios del aparato productivo, facilitando la interacción entre las unidades económicas y sociales.</p>	<p>Accesibilidad a centros de servicios: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (centro de servicios) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.</p>
		<p>Para efectos de la zonificación, esta variable se incorporó como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los centros de servicios.</p>
		<p>Cercanía a puertos fluviales: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto fluvial) desde otros puntos en el territorio.</p>
		<p>Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo.</p>
		<p>Cercanía a puertos marítimos: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio.</p>
		<p>Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo hasta los puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional.</p>
		<p>Interconexión eléctrica: sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: plantas y equipos de generación, red de interconexión, redes regionales e interregionales de transmisión, redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios (art. 11, Ley 143 de 1994).</p>
		<p>Existencia de cultivos: presencia de área sembrada de cacao con fines comerciales.</p>
<p>Mercado laboral</p>	<p>Condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para cubrir las necesidades del sector cacaotero a nivel municipal.</p>	<p>Cercanía a centros petroleros: facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (municipios con centros petroleros) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia centros petroleros en busca de mejores opciones de ingreso.</p>
		<p>Población en edad de trabajar PET_{20-64}: cantidad de población entre los 20 y los 64 años de edad, a nivel municipal, expresada como la participación porcentual de esta población respecto al total de población del municipio, conocida también como tasa bruta de participación.</p>
		<p>Años promedio de escolaridad: promedio de estudios cursados y aprobados por la población de 15 años o más a nivel municipal.</p>
		<p>Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales: existencia de programas de formación académica, en las áreas del conocimiento de las ciencias agronómicas, forestales y afines, con modalidad presencial en el municipio.</p>

Criterio	Definición	Descripción de las variables
Seguridad ciudadana	Sensación de confianza, entendida como ausencia de riesgos y daños a la vida y a la integridad física y psicológica de un individuo o de un grupo poblacional, determinada por situaciones sociales.	Homicidios: eventos que ocasionan la supresión de vida humana de forma dolosa o preintencional sin justificación jurídica.
		Riesgo de amenaza: eventual ocurrencia de acciones o sucesos relacionados con el conflicto armado interno en cada municipio de Colombia, que tengan la potencialidad de causar daño a la población civil y a sus bienes, los cuales son ocasionados por agentes preponderantemente exógenos, en un determinado tiempo y lugar.
		Accidentes e incidentes por minas antipersonas: acontecimientos por minas antipersonas de diferente intensidad. Aquellos que causan daño físico o psicológico a una o más personas se denominan accidentes; los que pueden aumentar hasta un accidente o tienen el potencial para conducir a un accidente se conocen como incidentes.
		Desplazamiento forzado: toda persona que se ha visto forzada a migrar dentro del territorio nacional, abandonando su localidad de residencia o actividades económicas habituales porque su vida, su integridad física, su seguridad o libertad personales han sido vulneradas o se encuentran directamente amenazadas con ocasión del conflicto armado interno.
Institucionalidad y asociatividad	Presencia institucional del Estado, gremial o de organizaciones de base de la cadena productiva agropecuaria en un municipio, cuyo apoyo conduce a la competitividad. Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector cacaotero.	Desempeño fiscal: medición global del resultado fiscal alcanzado por cada municipio anualmente, a partir de la agregación de indicadores de gestión financiera como autofinanciación de los gastos de funcionamiento, respaldo del servicio de la deuda, dependencia de las transferencias de la nación y las regalías, generación de recursos propios, magnitud de la inversión y capacidad de ahorro.
		Cercanía al SENA: facilidad con la que se puede alcanzar en el territorio el centro más cercano del SENA, que ofrece programas de formación profesional integral para la incorporación y el desarrollo de personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país. Sintetiza las oportunidades de contacto e interacción.
		Presencia del ICA: existencia de la entidad, cuya función es elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional, aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias y obtener admisibilidad sanitaria en los mercados internacionales.
		Presencia de Corpoica: existencia de la entidad, cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica al sector agropecuario.
		Extensión y asistencia técnica sectorial: existencia de entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria a nivel municipal, cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción, considerando la sostenibilidad ambiental.
		El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al sector cacaotero.
		Organizaciones gremiales o de base del sector: presencia e influencia de organizaciones gremiales o de base, como un indicador próximo a la existencia de redes sociales, de asociación o de cohesión social alrededor de proyectos de interés común.

criterio	Definición	Descripción de las variables
Condiciones de vida	Conjunto de circunstancias materiales e inmateriales de la existencia y supervivencia de un individuo o grupo humano. Refleja el grado de desarrollo humano de la población perteneciente a un municipio analizado en relación al concepto de competitividad.	Índice de pobreza multidimensional (IPM): grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones. Es la combinación del porcentaje de personas consideradas pobres y de la proporción de dimensiones en las cuales los hogares son, en promedio, pobres. Permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria, al reflejar diversos conjuntos de privaciones.

3.3. RANGOS DE APTITUD Y EXCLUSIONES TÉCNICAS

Para efectos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao, se tomaron como referencia las categorías usadas para el «Mapa de zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000» (UPRA, 2014), las cuales corresponden a cuatro categorías de aptitud, una categoría de exclusiones legales y una categoría de condicionantes legales (cuadro 20).

Cuadro 20. Categorías de aptitud del mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000

Categoría	Clase	Definición
APTITUD		
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. El índice de competitividad tiende a 1.
A2	Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o con el desarrollo de nuevas tecnologías. El índice de competitividad tiende a 0.
N1	Zona no apta	Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad.
EXCLUSIONES LEGALES		
N2	Exclusión legal	Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de cultivos comerciales de cacao.
CONDICIONANTES LEGALES		
C1	Condicionante legal o técnico	Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de cultivos comerciales de cacao.

Fuente: UPRA (2014).

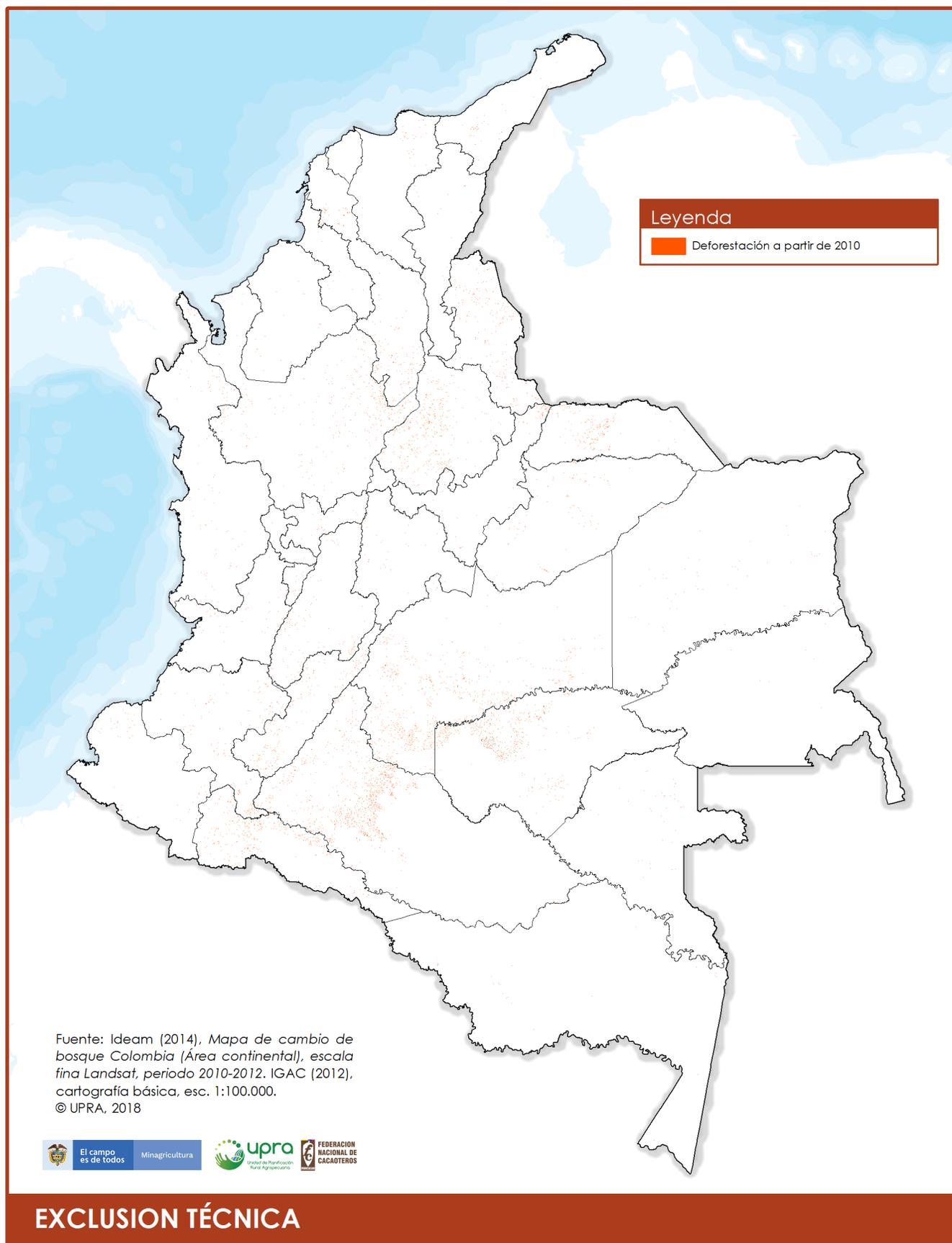
Desde el componente físico se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), en donde, dados los requerimientos específicos del cultivo en términos de clima y suelos, se presentaron unas restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad cacaotera. La ilustración 17 muestra las exclusiones técnicas para el mapa de aptitud del cultivo comercial de cacao, escala 1:100.000.

3.3.1. Rangos de aptitud para el componente físico

En el cuadro 21 se registran los rangos de aptitud desde el componente físico, incluyendo las exclusiones técnicas N1.



Ilustración 17. Mapa de exclusiones técnicas



Fuente: UPRA (2015).

Cuadro 21. Categorías de aptitud del componente físico para el mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000

Subcomponente	Criterio	Variable	Unidad dimensional de la variable	Categoría de aptitud			
				A1	A2	A3	N1
CLIMÁTICO	Condiciones climáticas	Precipitación total	mm/año	≥ 1500 - ≤ 2500	≥ 1000 - < 1500 y > 2500 - ≤ 4000	500-1000 y > 4000	< 500
		Temperatura media	°C/año	≥ 24 - ≤ 28	≥ 22 - < 24 y > 28	≥ 20 - < 22	< 20
		Déficit pluvial	Meses consecutivos (mes < 100 mm)	< 2	≥ 2 - < 4	≥ 4	—
EDÁFICO	Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	> 100	75-100	50-75	< 50
		Pedregosidad	%	Sin fase de pedregosidad	—	Con fase de pedregosidad	—
		Textura	Adimensional	Gruesas y medias	Finas	Muy finas	—
	Capacidad de laboreo	Pendiente	%	< 25	25-50	50-75	> 75
		Textura	Clase textural	Medias	Gruesas	Muy finas y finas	—
		Pedregosidad	%	Sin fase de pedregosidad	—	Con fase de pedregosidad	—
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Adimensional	Údico	Ústico	Ácuico	Perácuico y arídico
		Textura	Clase textural	Finas y muy finas	Medias	Gruesas	—
	Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural	Adimensional	Bueno y excesivo	Moderado	Imperfecto y pobre	Muy pobre
		Susceptibilidad a inundaciones	Frecuencia	No hay	Corta (2 a 7 días)	Larga (7 a 30 días)	Muy larga (30 a 90 días)
	Conservación de suelos	Pendiente	%	< 25	25-50	50-75	> 75
		Erosión actual	%	Sin erosión y ligera	Moderada	—	Severa y muy severa
		Susceptibilidad a deslizamientos	Adimensional	Baja y muy baja	Media	Alta, muy alta	—
	Toxicidad de suelos	Salinidad	Adimensional	No salino	Ligeramente salino	—	Salino
		Saturación de aluminio	%	< 30	30-60	60-90	> 90
	Disponibilidad de nutrientes	Acidez	pH	5,6-6,5	6,6-7,8	4,1-5,5	< 4,0 y > 7,8
		Saturación de bases	%	> 50	25-50	< 25	—
		Capacidad de intercambio catiónico	cmol/kg de suelo	> 20	10-20	< 10	—
Carbono orgánico		%	> 2	1-2	< 1	—	
FITOSANITARIO	Riesgo fitosanitario	Humedad relativa asociada a moniliasis	%	< 75	75-85	> 85	—
		Temperatura asociada a moniliasis	°C/año	< 20 y ≥ 28	≥ 20 - ≤ 24	> 24 - < 28	—
		Incidencia de la enfermedad	Adimensional	Baja y media	—	Alta	—

3.3.2. Rangos de aptitud para el 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 de cambio de cobertura, donde las áreas de exclusión corresponden a las coberturas naturales y seminaturales, áreas húmedas, superficies de aguas y territorios artificializados. Estas áreas 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 comercial de cacao.

La segunda categoría, 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 su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo comercial de cacao.

Por último, la tercera categoría involucra aquellas coberturas boscosas que fueron deforestadas después del año 2010; estas áreas fueron identificadas a través del análisis de la cuantificación de la deforestación histórica 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, en 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 medioambiente y la economía del país.

La exclusión en áreas deforestadas después del 2010 se enmarca dentro de las 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 el cuadro 22 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioecosistémico.

Cuadro 22. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioecosistémico

Criterio	Variable	Categoría de aptitud			
		A1	A2	A3	N1
Cambio de la cobertura	Cobertura de la tierra	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de cacao, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios donde predominan las áreas de pastos y los cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras. También incluye cultivos agroforestales y mosaicos de cultivos con pastos	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de cacao, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los mosaicos de pastos y cultivos, cultivos agroforestales, confinados y pastos limpios	Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo de cacao. Corresponden a aquellas coberturas en donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes dedicados a la producción de alimentos humanos, también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales.	Zonas no favorables para el establecimiento de cultivos de cacao; 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.
Integridad ecológica	$IE = a(CECN) + b(\lnat) + c(ACES)$ Donde: $a = 0,6175$, $b = 0,2968$ y $c = 0,0856$				
	Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	0,079-0,385	0,386-0,692	0,693-1,000	—
	Índice de naturalidad (lnat) por subzona hidrográfica	Inat muy baja – vital (0 % - 5 %) Inat baja – estratégica (5 % - 30 %) Inat moderada (30 % - 50 %)	Inat alta (50 % - 75 %)	Inat muy alta - protección (75 % - 100 %)	—
	Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	Áreas prioritarias de conservación (APC)			
		Áreas sin identificación de APC (< -10,02)	APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles (-10,02 a -2,77)	APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles (-2,76 a 6,42)	—
		Áreas importantes para la conservación de las aves (AICA)			
		Áreas sin AICA < -8,085 (ln D)	AICA con densidad muy baja de especies sensibles -8,085 a -4,189 (ln D)	AICA con densidad moderada de especies sensibles -4,189 a -1,67 (ln D)	—
Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios					
Valoración cualitativa de riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, en los periodos estacionario y migratorio.				—	

	Apropiación de agua por el cultivo	Uso consuntivo (rango ETR Hm3/ha-año)			
		Uso consuntivo menor 6227-10.379	Uso consuntivo moderado 10.380-14.532	Uso consuntivo alto a muy alto 14.533-22.838	—
Apropiación de agua		Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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.	Lugares con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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.	Lugares con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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.	—
Variación del contenido estimado de carbono	Variación del contenido estimado de carbono	El cultivo se convierte en sumidero de carbono.	El cultivo es fuente moderada	El cultivo es fuente grande de emisión.	—
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Amenaza de incendios de la cobertura vegetal	Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal.	Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal.	Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal.	—

3.3.3. Rangos de aptitud para el componente socioeconómico

A partir del componente socioeconómico, los municipios se clasificaron solamente en tres categorías de aptitud competitiva (A1, A2 y A3). Ningún municipio se clasificó como no apto (N1), dado que la mayoría de las variables analizadas fueron índices sintéticos cuya variación respondió a factores exógenos. En el cuadro 23 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico.

Cuadro 23. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico

Criterio	Variable	Unidad	A1	A2	A3
Indicadores económicos	Grado de importancia económica municipal	Grado o categoría	1 y 2	3, 4 y 5	6 y 7
	Créditos otorgados	IC	IC de 0,002530 a 1	IC de 0,00000759 a 0,002517	Municipios sin historial de créditos
			≥ 100	Entre 0,3 y 99,5	
	Incentivo a la capitalización rural (ICR)	IC	IC de 0,00189324 a 1	IC de 0,0007352 a 0,00178748	Municipios sin historial de incentivos ICR
Entre 10,3 y 544			Entre 0 y 9,7		
Precio de la tierra rural	Precio de la tierra rural municipal	IC	IC > 0,998608	IC entre 0,997015 y 0,998608	IC < 0,997015
		\$	< \$ 3.500.000	Entre \$ 3.500.000 y \$ 7.500.000	> \$ 7.500.000
Tamaño de la tierra rural	Tamaño tipo de los predios rurales	ha	> 3 ha	≤ 3 ha	—
Infraestructura y logística	Accesibilidad a centros de servicios	—	≤ 3	> 3 y ≤ 6	> 6
	Cercanía a puertos marítimos	—	≤ 4	> 4 y ≤ 8	> 8
	Cercanía a puertos fluviales	—	≤ 3	> 3 y ≤ 6	> 6
	Existencia de cultivos	IC	IC > 0,005721	IC de 0,000036 a 0,005697	Municipios sin área sembrada 2009-2014
		ha	≥ 80 ha	Entre 79 y 0,5 ha	
	Interconexión eléctrica	IC	IC ≥ 0,900	IC ≥ 0,800 y < 0,900	IC < 0,800
			≥ 90 %	≥ 80 % y < 90 %	< 80 %
Presencia de entidades bancarias	—	> 3	Entre 3 y 1	Municipios sin entidades bancarias	
Distritos de adecuación de tierras	Tamaño	Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana	Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala pequeña	Sin registro de presencia de distritos de adecuación de tierras	

Criterio	Variable	Unidad	A1	A2	A3
Mercado laboral	Cercanía a centros petroleros	—	> 2	Entre 1 y 2	< 1
	Población en edad de trabajar (PET ₂₀₋₆₄)	IC	IC > 0,01015	IC Entre 0,00419 y 0,01015	IC < 0,00419
		\$	> \$ 50.000	Entre \$ 20.000 y \$ 50.000	< \$ 20.000
	Años promedio de escolaridad	IC	IC > 0,6510	IC entre 0,3835 y 0,6510	IC < 0,3835
		Años	> 8 años	Entre 6 y 8 años	< 6 años
	Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales	Número de programas	4 o más	2 o 3	0 o 1
Seguridad ciudadana	Homicidios	IC	IC > 0,877	IC ≥ 0,621 y ≤ 0,877	IC < 0,621
		Tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio	Sin información y < 23,80	≥ 23,80 y ≤ 69,30	> 69,30
	Riesgo de amenazas	IC	IC ≥ 0,720	IC > 0,519 e IC ≤ 0,720	IC < 0,519
		Índice de riesgos de amenazas 2005-2013 en el municipio	≤ 0,42	> 0,42 y ≤ 0,58	> 0,58
	Accidentes e incidentes por minas antipersonas	IC	IC ≥ 0,9929	IC ≥ 0,9600 e IC < 0,9929	IC < 0,9600
		Tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonas por 100.000 habitantes en el municipio	Sin información y ≤ 3,15	> 3,15 y ≤ 17,71	> 17,71
	Desplazamiento forzado	IC	IC > 0,9656	IC entre 0,9323 y 0,9656	IC < 0,9323
		Tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio	< 5	Entre 5 y 10	> 10

Criterio	Variable	Unidad	A1	A2	A3
Institucionalidad y asociatividad	Desempeño fiscal	IC	$IC \geq 0,655$	$IC \geq 0,476$ y $< 0,655$	$IC < 0,476$
		Promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio	$\geq 70,02$ y hasta $90,73$	$\geq 60,00$ y $< 70,02$	$\geq 33,23$ y $< 60,00$
	Cercanía al SENA	Tiempo de desplazamiento en horas (TD)	≤ 2	> 2 y ≤ 5	> 5
	Presencia del ICA	Área de influencia	Con sede	—	Dentro del área de influencia institucional sin sede
	Presencia de Corpoica	Área de influencia	Con sede	—	Dentro del área de influencia institucional sin sede
	Organizaciones gremiales o de base del sector	Área de influencia	Con Fedecacao y organizaciones de base	Con organización de base o Fedecacao	Sin organizaciones gremiales y de base
Índice de pobreza multidimensional	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	IC	$IC > 0,46731$	IC entre $0,22069$ y $0,46731$	$IC < 0,22069$
		IPM	$IPM < 64$	IPM entre 64 y 83	$IPM > 83$

Las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico considerados dentro de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao contienen, entre otra información, la siguiente: el tipo de criterio que representa, la definición, la importancia del criterio o la variable, el rango de evaluación establecido, las limitantes, la ponderación del criterio, la metodología de procesamiento de la información, la representación cartográfica del criterio o la variable, y las fuentes de información.

3.4. EXCLUSIONES LEGALES Y CONDICIONANTES LEGALES

Esta fase de la metodología identifica la normatividad que afecta la realización de actividades agrícolas productivas, en este caso en particular para el cultivo de cacao, ya sea de forma excluyente o condicionante. Las exclusiones legales están referidas a aquellas zonas en las cuales por mandato legal no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas. Las siguientes zonas deberán ser excluidas del proceso de zonificación: humedales, páramos, áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras, ronda hídrica, áreas de ciudades capitales de departamento, municipios y grandes centros poblados (mayores a 25 ha), y sitios de interés arqueológico; es decir, el carácter excluyente se da donde existen áreas sobre las cuales está prohibida la realización de proyectos productivos, mientras los condicionantes se refieren a impedimentos temporales, que están directamente relacionados con normatividad que limita usos del suelo por interés ambiental, cultural y social.

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 que puedan ser incluidos en la evaluación.

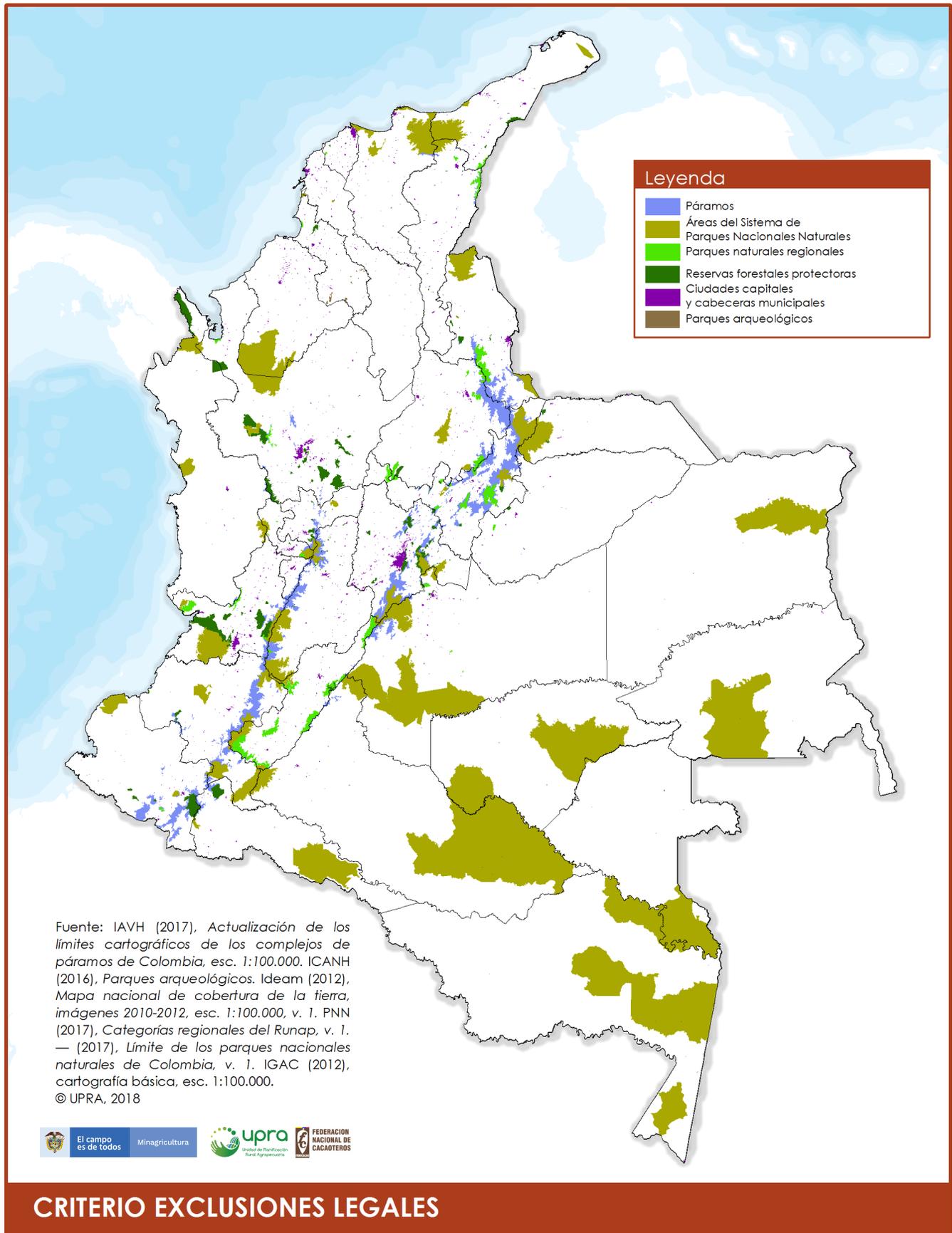
Desde el punto de vista socioecosistémico y socioeconómico, las áreas definidas por su importancia biológica, y el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad, así como la preexistencia de comunidades humanas que representan un patrimonio 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, son lugares en los cuales la producción comercial ha de proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana o evaluaciones de zonificación o planes de manejo, de ser el caso.

El cuadro 24 y la ilustración 18 presentan las exclusiones legales, en tanto el cuadro 25 y la ilustración 19, los condicionantes legales definidos para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao.

Cuadro 24. Exclusiones legales

Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos (páramos)	<p>Páramos: en lo referente a los ecosistemas de páramo, es necesario referirse a la Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, «Todos por un nuevo país», que establece, en su artículo 173, que en las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias. Asimismo, define que es responsabilidad de la autoridad ambiental regional elaborar los estudios técnicos que permitan caracterizar el contexto ambiental, social y económico de las áreas de páramos (Congreso de Colombia, 2015).</p> <p>La sentencia C-035 de 2016, proferida por la Corte Constitucional, establece que ante la vulnerabilidad, fragilidad y dificultad de recuperación de los ecosistemas de páramo, el Estado tiene a su cargo la obligación de brindar una protección más amplia y especial, dirigida específicamente a preservar este tipo de ecosistema. Lo anterior, no solo porque es un tipo de bioma que no es común en el mundo, sino también en razón de los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho de que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su pervivencia.</p>
Áreas protegidas	<p>Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) y están integradas por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. El Sinap incluye las figuras de 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 del Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.</p> <p>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 haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</p> <p>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 haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.</p>
Áreas urbanas y suburbanas	<p>Tejido urbano continuo y discontinuo: la Ley 388 de 1997 establece que los centros urbanos son aquellos espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada, por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas.</p>
Áreas de protección cultural y social (parques arqueológicos)	<p>Parques arqueológicos: están a cargo del ICANH y se crean como espacios de conservación, divulgación e investigación en torno al patrimonio arqueológico y cultural de la nación, y como patrimonio de la humanidad, por lo cual deben ser salvaguardados, protegidos y conservados por el Estado con el propósito de que sirva de testimonio de la identidad cultural nacional, tanto en el presente como en el futuro, según la ley general de cultura (Ley 397 de 1997, artículo 1.º de la Ley 1185 de 2008 y Decreto 1080 de 2015).</p>

Ilustración 18. Mapa de exclusiones legales



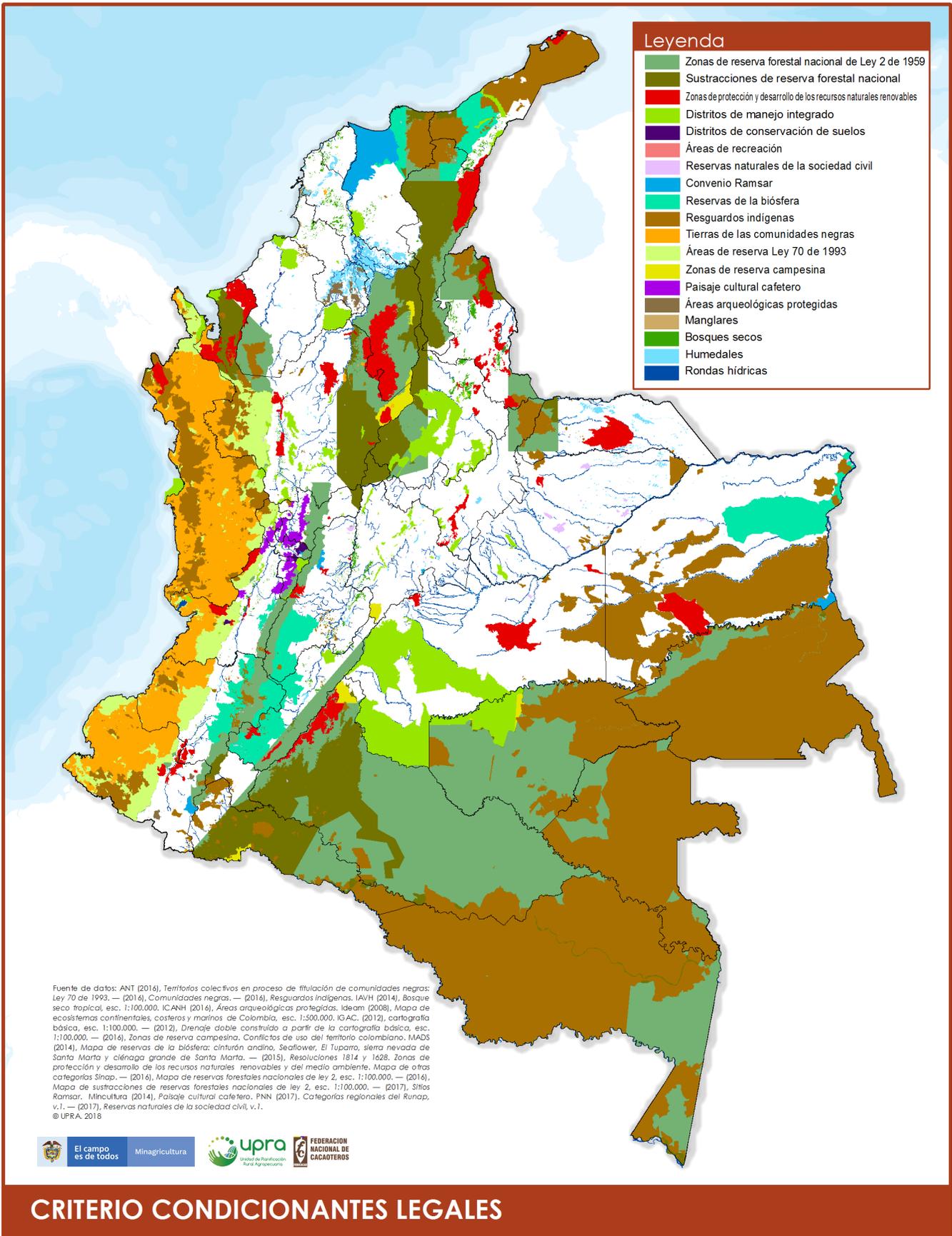
Cuadro 25. Condicionantes legales

Condicionante	Descripción
	<p>Humedales: el Decreto 1640 de 2012 plantea, en su art. 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.</p> <p>La Ley 1753 de 2016, en su art. 172 establece que con base en la cartografía de humedales que determine el MADS, con el aporte de los institutos de investigación adscritos o vinculados, las autoridades ambientales podrán restringir parcial o totalmente el desarrollo de actividades agropecuarias de alto impacto, de exploración y explotación minera y de hidrocarburos, con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales, conforme a los lineamientos definidos por el MADS.</p> <p>Cuando sea efectuado el deslinde y la delimitación de un humedal que no pertenezca al Convenio Ramsar, se determina un plan de manejo especial, precave una serie de usos, a saber: principales, compatibles, condicionados y prohibidos.</p> <p>De esta manera, considerando el principio de precaución y las disposiciones planteadas, la capa respectiva de humedales estará supeditada a ser considerada una vez: 1) sea delimitada; 2) sea zonificada, y 3) sean determinados sus respectivos usos en la formulación del respectivo plan de manejo ambiental, y por ende, será una capa flotante cuya estimación de condicionante pende de la determinación de los usos compatibles y prohibidos, sobre los cuales habrá lugar a formular desde la competencia del sector agropecuario.</p>
Ecosistemas estratégicos	<p>Manglares: se definen como ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias denominadas mangle con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida, y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del Minambiente). Para su conservación, el Minambiente desarrolló el «Programa nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar», en el año 2002.</p> <p>En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar, y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución 1602 de 1995 del Minambiente).</p>
	<p>Rondas hídricas: el art. 3 del Decreto 1449 de 1977, «Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley número 135 de 1961 y el Decreto Ley número 2811 de 1974», compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales tienen la obligación de mantener en cobertura boscosa, dentro del inmueble respectivo, las áreas forestales protectoras, entendiéndose por estas, entre otras, «una faja no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas de marea máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua».</p> <p>De esta manera, considerando el principio de precaución y las disposiciones planteadas, la capa de rondas hídricas estará supeditada a ser considerada como exclusión legal para las actividades agropecuarias, una vez: 1) sea delimitada; 2) sea zonificada, y 3) sean determinados sus respectivos usos, expedido por la autoridad ambiental competente, y por ende, será una capa flotante cuya estimación de condicionante pende de la determinación de los usos compatibles y prohibidos.</p>
	<p>Bosques secos: forman parte de las zonas secas donde dominan especies con características morfofisiológicas con notable adaptación a la sequía. En estas zonas, las sequías son pronunciadas (baja humedad atmosférica) y la evapotranspiración potencial es alta, a menudo asociada con escasez de nutrientes en el suelo. Estas zonas están sufriendo una rápida pérdida, fragmentación y degradación de sus ecosistemas, y por ello el Minambiente desarrolló un «Plan de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía (PAN)», en 2005, a través del cual se busca adelantar acciones para el manejo sostenible de los ecosistemas de las zonas secas, así como la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir, detener y revertir procesos degradativos y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas.</p>

Condicionante	Descripción
Áreas protegidas	<p>Distritos de manejo integrado (DMI): de acuerdo con el art. 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.</p>
	<p>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.</p>
	<p>Áreas de recreación: conforme al art. 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.</p>
	<p>Reservas naturales de la sociedad civil: conforme al art. 1 del Decreto 1996 de 1999, corresponden a la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales.</p>
	<p>Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 y de la Resolución 1814 de 2015 del MADS, mediante las cuales 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 corporaciones autónomas regionales).</p>
Zonas de reserva forestal nacional	<p>Zonas de reserva forestal nacional de la ley 2: se compone de siete zonas de reserva forestal nacional (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. Para el estudio se manejó como condicionante, dado que está establecido mediante resolución que para un cambio en el uso del suelo se requiere de una solicitud de sustracción de reserva forestal.</p>
	<p>Sustracciones de las reservas forestales de la ley 2: de acuerdo con el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011, facultó al hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a reservar, alindera y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción, por este motivo, las zonas sustraídas son solo para tal fin. Se estableció como condicionante, dado que las sustracciones se realizan para una actividad determinada con la cual fueron solicitadas y no se puede realizar otro uso.</p>
Distinciones internacionales	<p>Reservas de la biósfera: 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 (art. 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).</p>
	<p>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.</p> <p>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 (art. 4).</p>

Condicionante	Descripción
Áreas de interés cultural y social	<p>Tierras de las comunidades negras: son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con el art. 5.º de la Ley 70 de 1993, «Para recibir en propiedad colectiva las tierras adjudicables, cada comunidad formará un Consejo Comunitario como forma de administración interna, cuyos requisitos determinará el reglamento que expida el Gobierno nacional».</p>
	<p>Áreas de reserva de ley 70: de acuerdo con el art. 1 de la Ley 70 de 1993, «La presente ley tiene por objeto reconocer a las comunidades negras que han venido ocupando tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción y el derecho a la propiedad colectiva. Asimismo, tiene como propósito establecer mecanismos para la protección de 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».</p>
	<p>Zonas de reserva campesina: el art. 80 de la Ley 160 de 1994 define: «Son zonas de reserva campesina las áreas geográficas seleccionadas por la junta directiva del Incora, teniendo en cuenta las características agroecológicas y socioeconómicas regionales. En los reglamentos respectivos se indicarán las extensiones mínimas y máximas que podrán adjudicarse, determinadas en unidades agrícolas familiares, el número de estas que podrá darse o tenerse en propiedad, los requisitos, condiciones y obligaciones que deberán acreditar y cumplir los ocupantes de los terrenos.</p> <p>En las zonas de reserva campesina, la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción».</p>
	<p>Áreas de resguardos indígenas: los resguardos indígenas son propiedad colectiva de las comunidades indígenas a favor de las cuales se constituyen, y 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 que goza de las garantías de la propiedad privada poseen su territorio y se rigen para el manejo de este y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio (art. 21, Decreto 2164 de 1995). El condicionante se fundamenta en lo establecido por Constitución Política de Colombia (artículos 63 a 329), la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989.</p>
	<p>Paisaje cultural cafetero: está inscrito en la lista de patrimonio mundial desde el 25 de junio de 2011 y ratificado por el Gobierno nacional mediante la Resolución 2079 del Mincultura, del 7 de octubre de 2011, cuyo art. 3 dice: «Velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales que ameritaron la inclusión del paisaje cultural cafetero en la lista de patrimonio mundial de la Unesco (s. t., 2012).</p>
	<p>Áreas arqueológicas protegidas: las áreas arqueológicas protegidas presentan un alto potencial arqueológico que debe ser protegido según la Ley General de Cultura; cada una de estas áreas contiene un plan de manejo arqueológico definido por el ICANH, en donde permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.</p>

Ilustración 19. Mapa de condicionantes legales





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, en función de identificar los sitios donde es más adecuado establecer y desarrollar cultivos comerciales.

Los criterios pueden ser de dos tipos: factores (donde se definen los niveles de aptitud) o restricciones (de carácter técnico, normativo o técnico-normativo), en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para el sector productivo en consideración, y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman *et al.*, 1998).

3.5.1. Proceso analítico jerárquico

Dentro de la evaluación multicriterio, una de las técnicas más usadas es el proceso analítico jerárquico (AHP), desarrollado por el matemático Thomas Saaty; consiste en formalizar la 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 la 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 factor tiene sobre los 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 las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales. El fundamento del proceso de Saaty se basó en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logró medir cómo contribuyó cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprendió. Para estas comparaciones se utilizaron escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (cuadro 26).

Cuadro 26. Escala de preferencia o importancia dentro del proceso analítico jerárquico

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante				Igual importancia	Más importante			

3.5.2. Matriz del proceso analítico jerárquico

Siguiendo el procedimiento planteado, se realizó la comparación por pares de criterios, para calificar cada uno de acuerdo con la importancia relativa de un criterio respecto a otro; esto se desarrolló para todos los criterios definidos para el análisis mediante un taller donde se calificaron por pares los criterios, usando una escala de importancia que se presenta en el cuadro 27.

Cuadro 27. Esquema de la matriz de comparación a nivel de criterio

A=

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

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

Partiendo de la matriz de comparaciones obtenida para el cultivo, se calcularon 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 fue la matriz de comparación de pares de criterios, la cual se normalizó por columna (se dividió el valor de cada casilla de la matriz entre el total de la sumatoria de la columna a la cual pertenecía dicho valor). A partir de la matriz normalizada, se obtuvo el llamado vector de prioridad asociado, que representó los pesos de cada uno de los criterios considerados.

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

$$(P_1 * CRITERIO_1) + (P_2 * CRITERIO_2) + \dots + (P_n * CRITERIO_n)$$

Donde:

n = número de criterios

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

El cuadro 28 presenta la matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao y el cuadro 29, los pesos relativos de cada criterio, resultantes de la corrida de la matriz con el *software* PriEsT.

Cuadro 28. Matriz de evaluación multicriterio para el cacao

Criterio	Condiciones climáticas	Disponibilidad de nutrientes	Toxicidad de suelos	Disponibilidad de humedad	Disponibilidad de oxígeno	Condiciones de enraizamiento	Capacidad de laboreo	Riesgo fitosanitario	Conservación de suelos	Cambio de cobertura de la tierra	Integridad ecológica	Apropiación de agua	Variación del contenido estimado de carbono	Amenaza por incendios	Indicadores económicos	Precio de la tierra rural	Tamaño de la tierra rural	Mercado laboral	Infraestructura y logística	Institucionalidad y asociatividad	Seguridad ciudadana	Condiciones de vida	
Condiciones climáticas	1																						
Disponibilidad de nutrientes	1/7	1																					
Toxicidad de suelos	1/7	1/3	1																				
Disponibilidad de humedad	1/3	5	5	1																			
Disponibilidad de oxígeno	1/5	3	3	1/3	1																		
Condiciones de enraizamiento	1/3	5	5	3	5	1																	
Capacidad de laboreo	1/7	1/3	1	1/5	1/3	1/7	1																
Riesgo fitosanitario	1/5	1/5	1/3	1/5	1/3	1/7	1/3	1															
Conservación de suelos	1/5	3	5	1/3	1/3	1/5	5	3	1														
Cambio de cobertura de la tierra	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1/7	3	1/3	1	1													
Integridad ecológica	1/5	3	3	1/5	1/3	1/5	3	1	3	1	1												
Apropiación de agua	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1/5	1	1/3	1/3	1/3	1/3	1											
Variación del contenido estimado de carbono	1/5	1/3	1	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1	1	1/3	1/3	1										
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/3	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	3	1									
Indicadores económicos	1/5	3	3	1/3	1	1/5	3	3	3	3	5	5	5	7	1								
Precio de la tierra rural	1/7	3	3	1/5	1/3	1/7	1/3	3	1/3	3	3	5	5	7	1/5	1							
Tamaño de la tierra rural	1/7	1/3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	3	1/3	1/7	1/3	1						
Mercado laboral	1/3	5	3	1/3	3	1/5	3	5	5	5	3	3	5	7	3	3	5	1					
Infraestructura y logística	1/5	5	5	1/3	3	1/5	3	1	3	3	5	3	5	5	1/3	1	5	1/3	1				
Institucionalidad y asociatividad	1/5	3	3	1/5	1/3	1/5	1/3	5	3	5	5	5	5	7	1	1/3	7	1/3	3	1			
Seguridad ciudadana	1/7	1/3	1/3	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	3	3	3	3	3	5	1/5	1/3	3	1/5	1/5	1/5	1		
Condiciones de vida	1/7	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	3	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1	

Cuadro 29. Ponderación de criterios para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao

Orden	Componente	Criterio	Ponderación (%)
1	Físico	Condiciones climáticas	15,5
2	Físico	Condiciones de enraizamiento	14,3
3	Físico	Disponibilidad de humedad	10,9
4	Socioeconómico	Mercado laboral	8,2
5	Socioeconómico	Indicadores económicos	6,5
6	Físico	Disponibilidad de oxígeno	5,6
7	Socioeconómico	Infraestructura y logística	5,1
8	Socioeconómico	Institucionalidad y asociatividad	5,0
9	Socioeconómico	Precio de la tierra rural	3,8
10	Físico	Conservación de suelos	3,1
11	Físico	Disponibilidad de nutrientes	2,8
12	Socioecosistémico	Integridad ecológica	2,8
13	Físico	Capacidad de laboreo	2,6
14	Físico	Riesgo fitosanitario	2,4
15	Físico	Toxicidad de suelos	2,3
16	Socioecosistémico	Cambio de cobertura de la tierra	2,0
17	Socioeconómico	Seguridad ciudadana	1,9
18	Socioecosistémico	Apropiación de agua	1,6
19	Socioecosistémico	Variación del contenido estimado de carbono	1,0
20	Socioecosistémico	Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	0,9
21	Socioeconómico	Tamaño de la tierra rural	0,9
22	Socioeconómico	Condiciones de vida	0,8
TOTAL			100,00

FÍSICO	59,5 %
SOCIOECONÓMICO	32,2 %
SOCIOECOSISTÉMICO	8,3 %

Se combina la información de los criterios considerados en la zonificación, mediante la realización de una suma lineal ponderada, en la cual los criterios se combinan a través de la aplicación de los pesos calculados a cada uno, con lo que se obtiene así un mapa preliminar de zonificación para el cultivo comercial de cacao, el cual es validado ante expertos del gremio y del CNC.

$$S = \sum W_i X_i$$

Donde:

- S = mapa con categorías de aptitud
- W_i = peso del criterio *i*
- X_i = valor del criterio *i*

El análisis estadístico utilizando el *software* PriEsT indicó una consistencia del 98,7 %.

3.6. ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELOS CARTOGRÁFICOS

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

Dentro del proceso de zonificación de aptitud, esta fase soportó muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención de los mapas de aptitud del cultivo comercial del cacao. Los pasos usados por la Oficina de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) de la UPRA se presentan en la ilustración 20.

Ilustración 20. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud

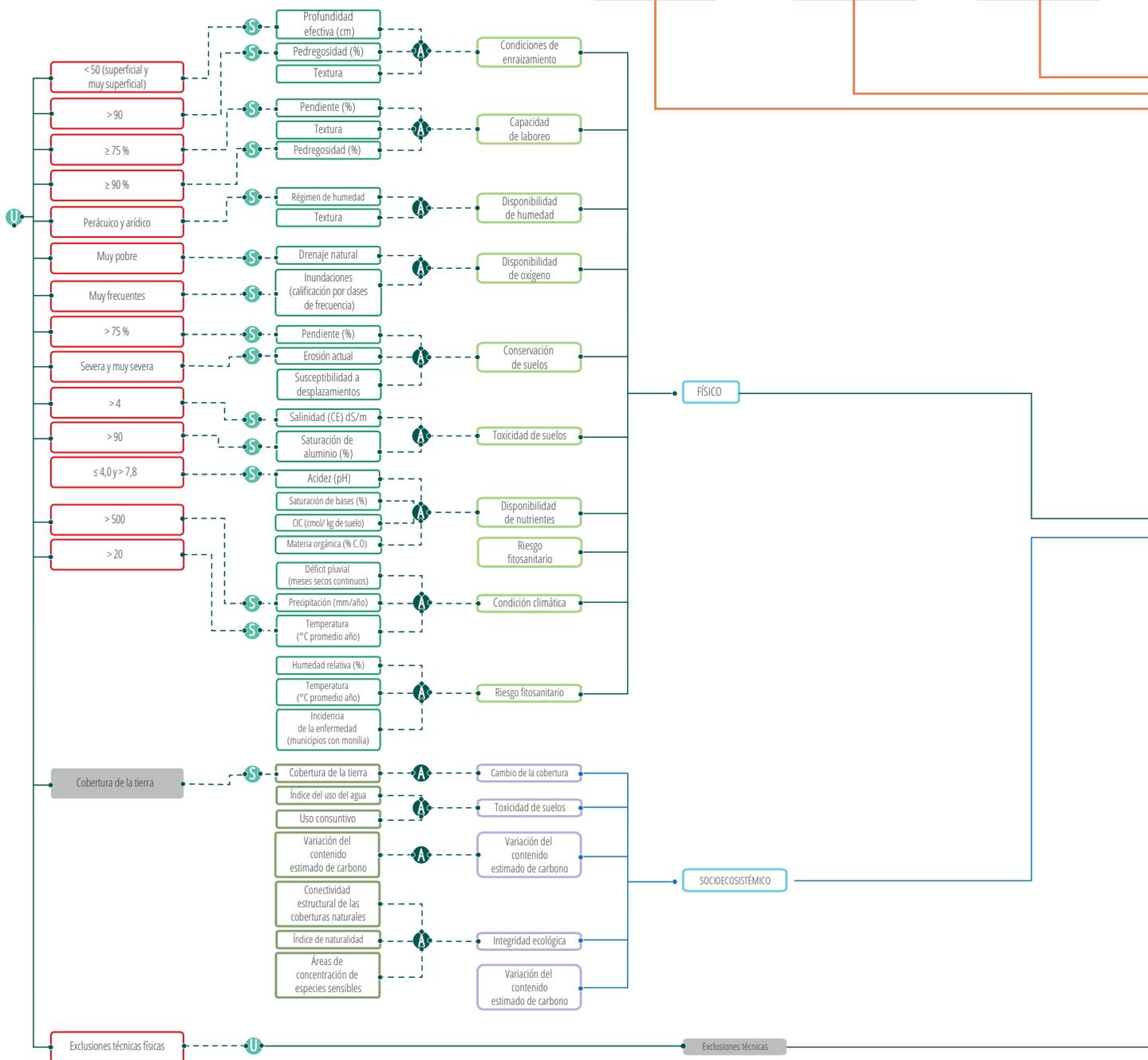
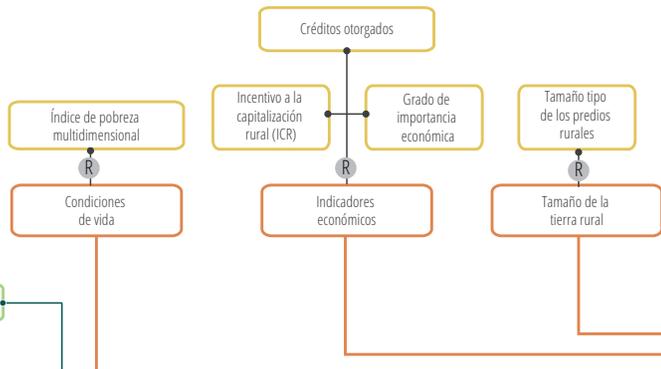
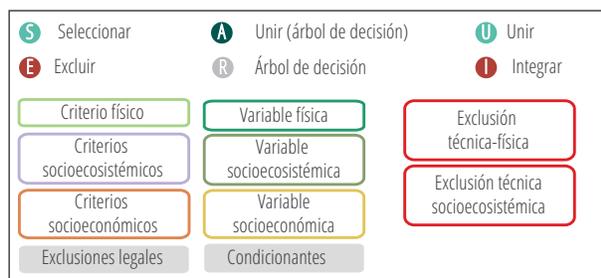


Fuente: UPRA (2015).

- **Recopilación de información:** consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) usada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales relacionadas con la producción de la misma.
- **Procesamiento de la información:** abarcó una serie de procedimientos encaminados a que la información se encuentre en la forma adecuada para su análisis. Una de las operaciones más comunes utilizadas fueron los procesos de reclasificación y generalización temática, los cuales se emplearon para la estandarización o el reescalamiento de las variables, los criterios y los lineamientos definidos en cada componente para su espacialización dentro del modelo cartográfico definido para la zonificación.
- **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 cero (0) y tres (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 realizó mediante algunas estadísticas de la variable, asignando directamente la calificación de la categoría de aptitud. Esta etapa del proceso también abarcó el modelo cartográfico, el cual es una forma de representación de los procesos espaciales involucrados para la zonificación. El modelo tuvo como insumos de entrada los mapas 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 los 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 comercial de cacao. Estas salidas fueron soportadas dentro de la geodatabase (GDB) del proyecto.

En la ilustración 21 se presenta el modelo cartográfico integral para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao, a escala 1:100.000. En las ilustraciones 22 a 24 se identifican los modelos cartográficos por cada componente, así como las exclusiones legales y los condicionantes (ilustraciones 25 y 26).

Ilustración 21. Modelo cartográfico integral



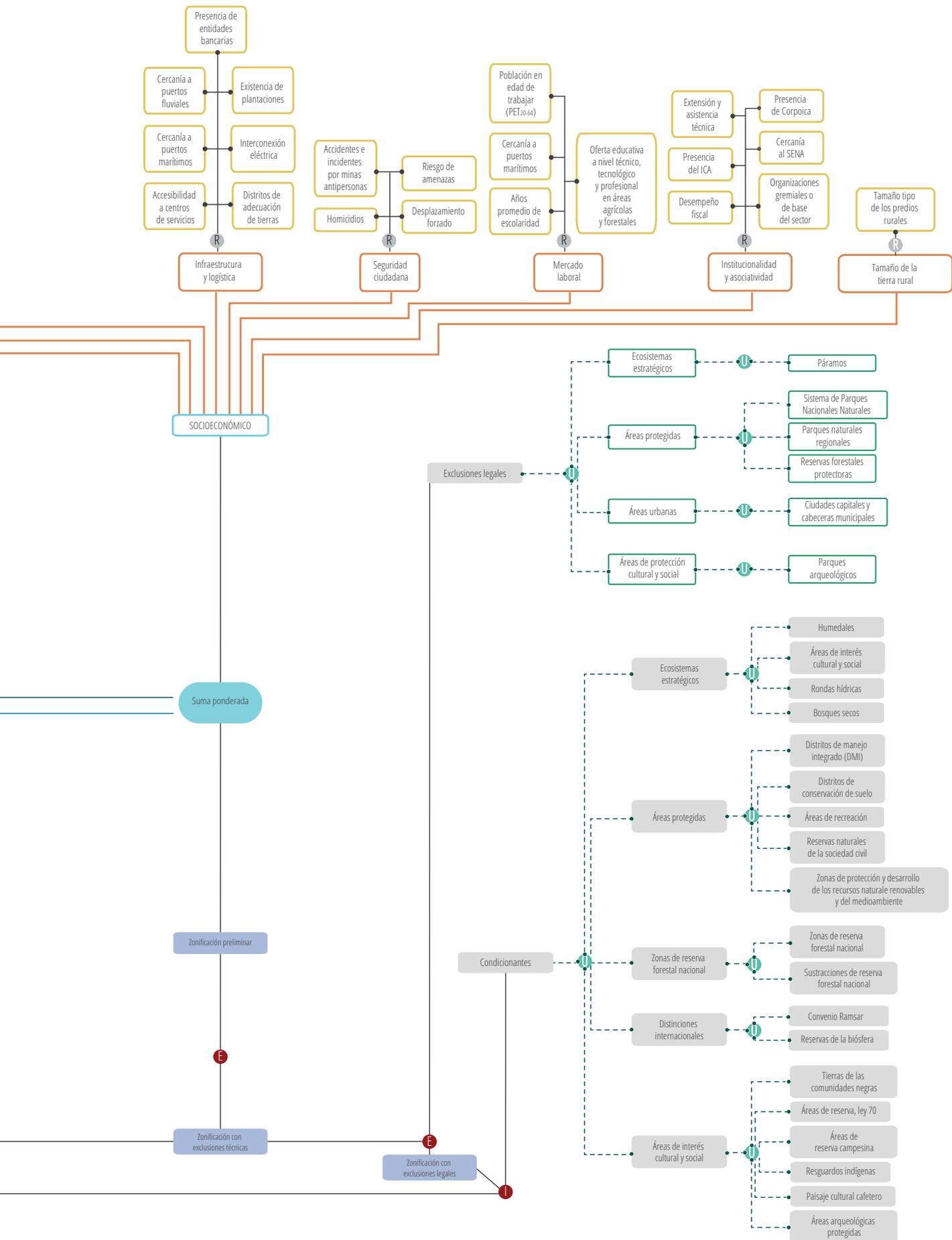


Ilustración 22. Modelo cartográfico del componente físico

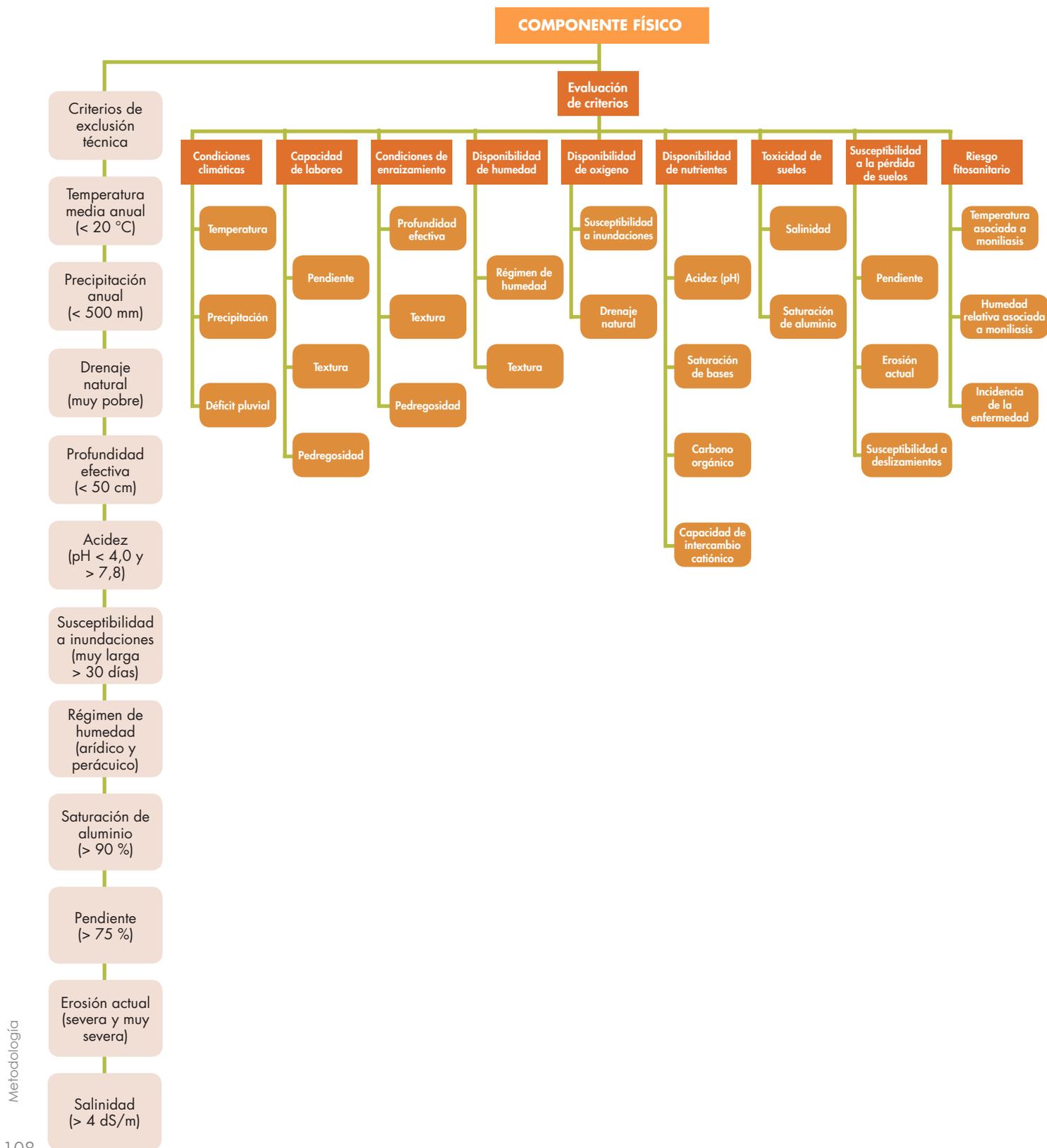


Ilustración 23. Modelo cartográfico del componente socioecossistémico

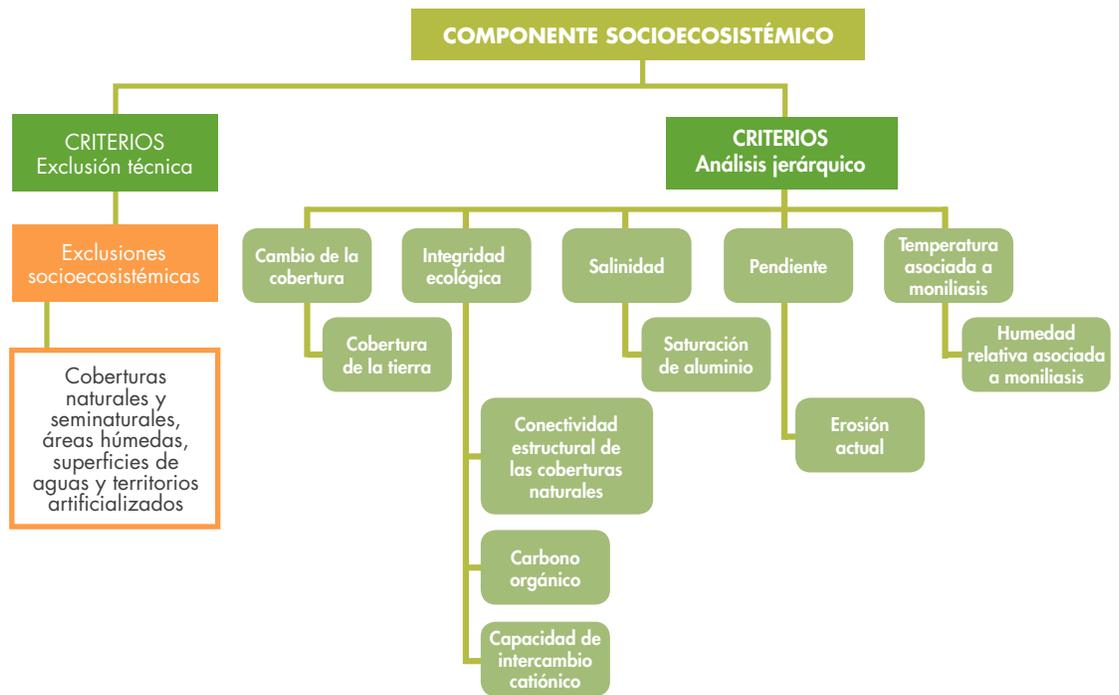


Ilustración 24. Modelo cartográfico del componente socioeconómico

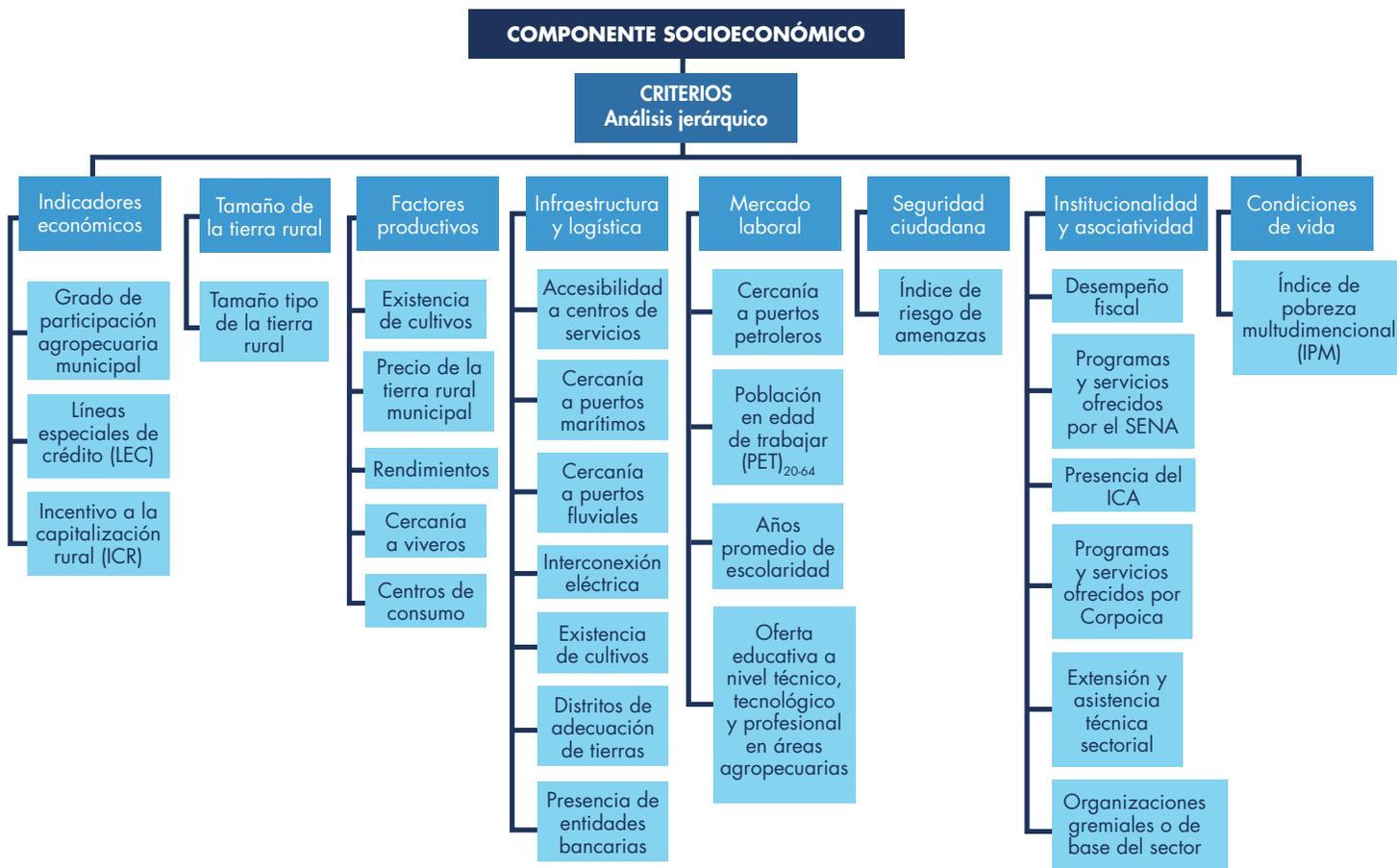
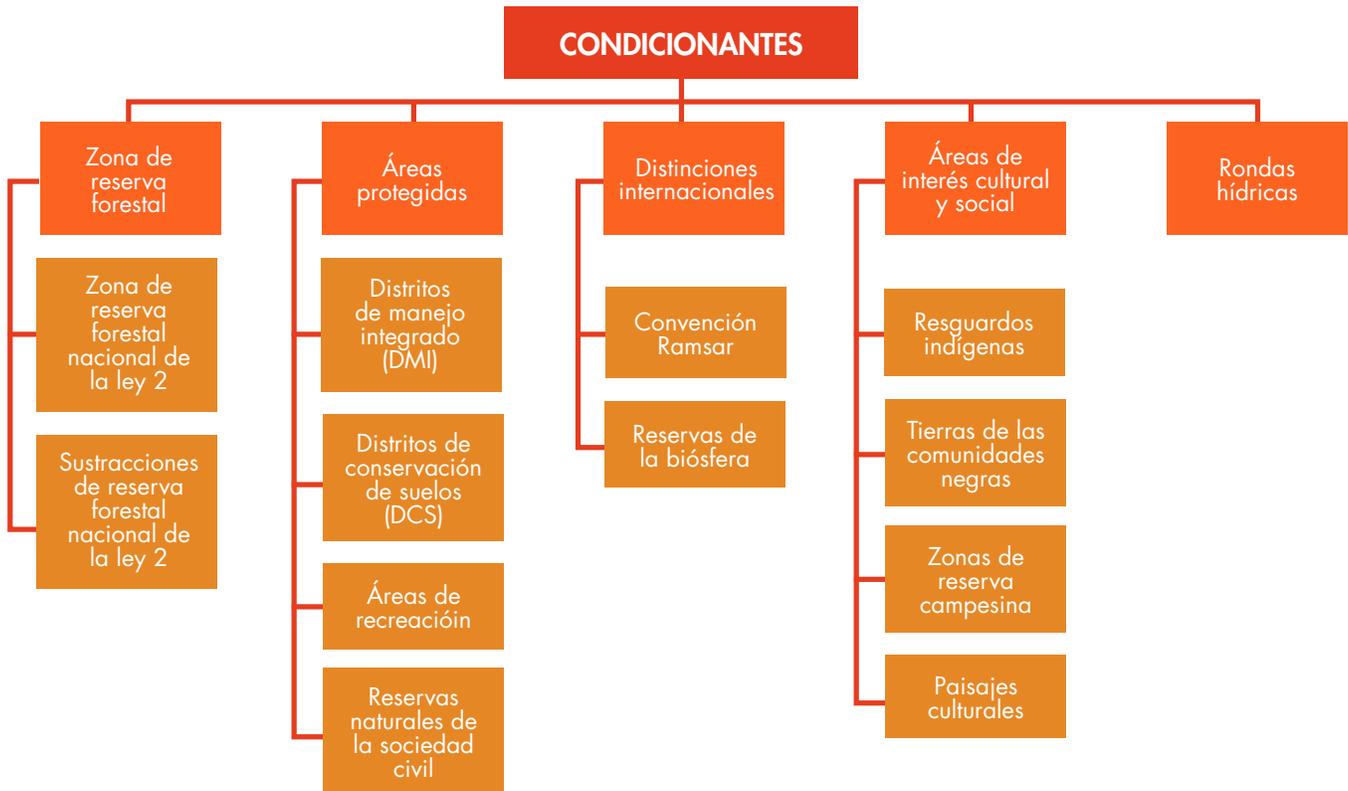


Ilustración 25. Modelo cartográfico para las exclusiones legales



Ilustración 26. Modelo cartográfico para los condicionantes legales



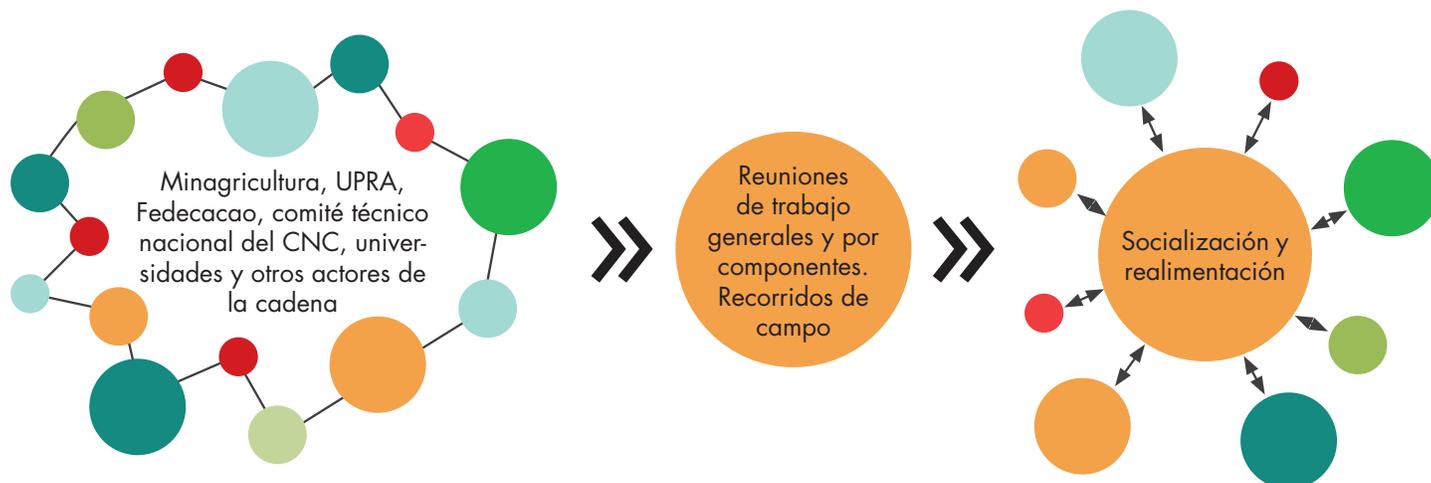
3.7. PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS MAPAS

Como parte del proceso de socialización y validación de la metodología y del mapa de aptitud obtenido, se desarrollaron dos tipos de actividades:

- Trabajo conjunto con representantes de Fedecacao y otros actores de la cadena productiva del cacao, mediante talleres de discusión para realimentar el proceso.
- Recorridos de campo para validar los criterios, las variables, los rangos y las unidades cartográficas definidas de manera preliminar para el cultivo, con el fin de efectuar los ajustes necesarios para la obtención del mapa de aptitud integrado.

En la ilustración 27 se presenta la estrategia adelantada para la socialización y validación del proyecto de zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao en Colombia, a escala 1:100.000.

Ilustración 27. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud



Fuente: UPRA (2015).

3.7.1. Socialización con los actores de la cadena productiva del cacao

En función de presentar la metodología, discutir los criterios, las variables y los 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 el comité técnico nacional del CNC, compuesto por técnicos de Fedecacao, Corpoica, ICA, Compañía Nacional de Chocolates, Casa Luker, Ecocacao, Aprocasur y Universidad Industrial de Santander (UIS).

En Bucaramanga, en otras reuniones del comité técnico nacional del consejo y del comité técnico regional de Santander con los técnicos de la UPRA para la consulta y socialización, se logró identificar información relevante y realimentar el trabajo desarrollado; en estas reuniones participaron conocedores del sector cacaotero como la gerencia técnica nacional de Fedecacao y gerencias regionales, directores de los equipos técnicos de la industria (como de la Compañía Nacional de Chocolates y Casa Luker), los líderes de cacao de Corpoica, directores técnicos de Ecocacao y Aprocasur, el secretario técnico del CNC, representantes de instituciones como la Universidad Nacional de Colombia y la UIS, y la Secretaría de Fomento Agropecuario de la Gobernación de Santander.

Los días 20 a 24 de abril de 2015 se visitaron los municipios de Tame, Saravena, Fortul y Arauquita, en el departamento de Arauca. Se adelantó socialización del proyecto de zonificación con con profesionales de la Secretaria de Desarrollo Agropecuario y Sostenible de la Gobernación de Arauca, funcionarios de Fedecacao, representantes de organizaciones de productores como Coopcacao y Coomprocar y, con agricultores de varios de los municipios visitados. La ilustración 28 presenta algunos de los aspectos de las reuniones sostenidas durante la jornada de trabajo.

Ilustración 28. Registro fotográfico para la socialización de la zonificación



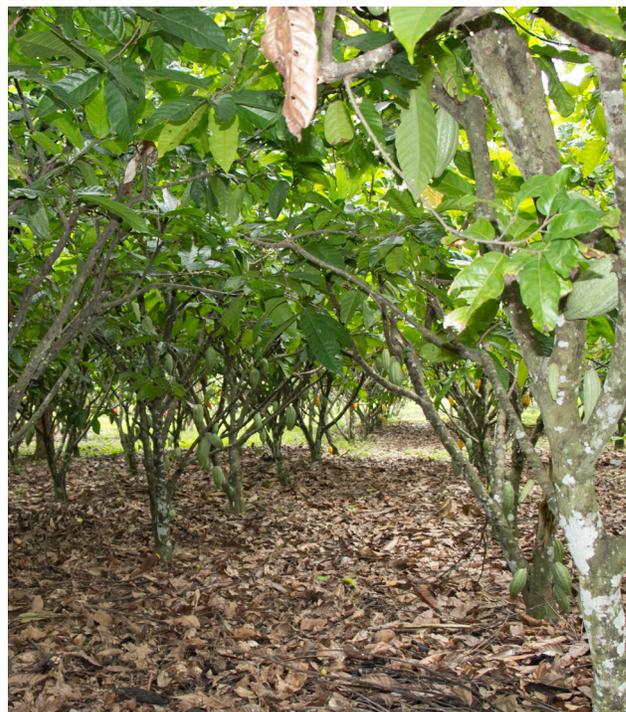
3.7.2. Validación en campo

En el recorrido por los municipios de Tame, Saravena, Fortul y Arauquita, en el departamento de Arauca, se visitaron cultivos de cacao, se compararon los resultados preliminares de los mapas de aptitud con las condiciones de zonas visitadas en relación a cobertura, tipo de suelos, condiciones biofísicas, de producción, económicas y sociales, vías e infraestructura, entre otros aspectos. La ilustración 29 presenta el registro fotográfico de algunos de los recorridos efectuados en el departamento de Arauca.

También se adelantaron visitas de campo en Santander y Norte de Santander, en los municipios de Bucaramanga, Rionegro, San Vicente de Chucurí, Barrancabermeja, Cúcota, Cúcuta, Zulia y Bucarasica, por parte de Fedecacao, Granja Experimental de la Compañía Nacional de Chocolates, y las fincas de El Líbano, Rancho Alegre, El Castillo, La Alianza, El Porvenir y el Rancho de Simón.

La tercera zona visitada correspondió a los departamentos del Huila y Caquetá, donde se realizaron recorridos de verificación en los municipios de Neiva, Palermo, Algeciras, Campoalegre, Gigante, Garzón, Florencia, Curillo, El Doncello y contactos con especialistas, agricultores y delegados de las secretarías de Agricultura del Huila y Caquetá, profesionales de Fedecacao del Huila y del Caquetá, así como organizaciones de productores como Acoprocacal, Aprocahuila, Asocacao, Asocatec y Acamafrut.

Ilustración 29. Registro fotográfico de los recorridos de campo





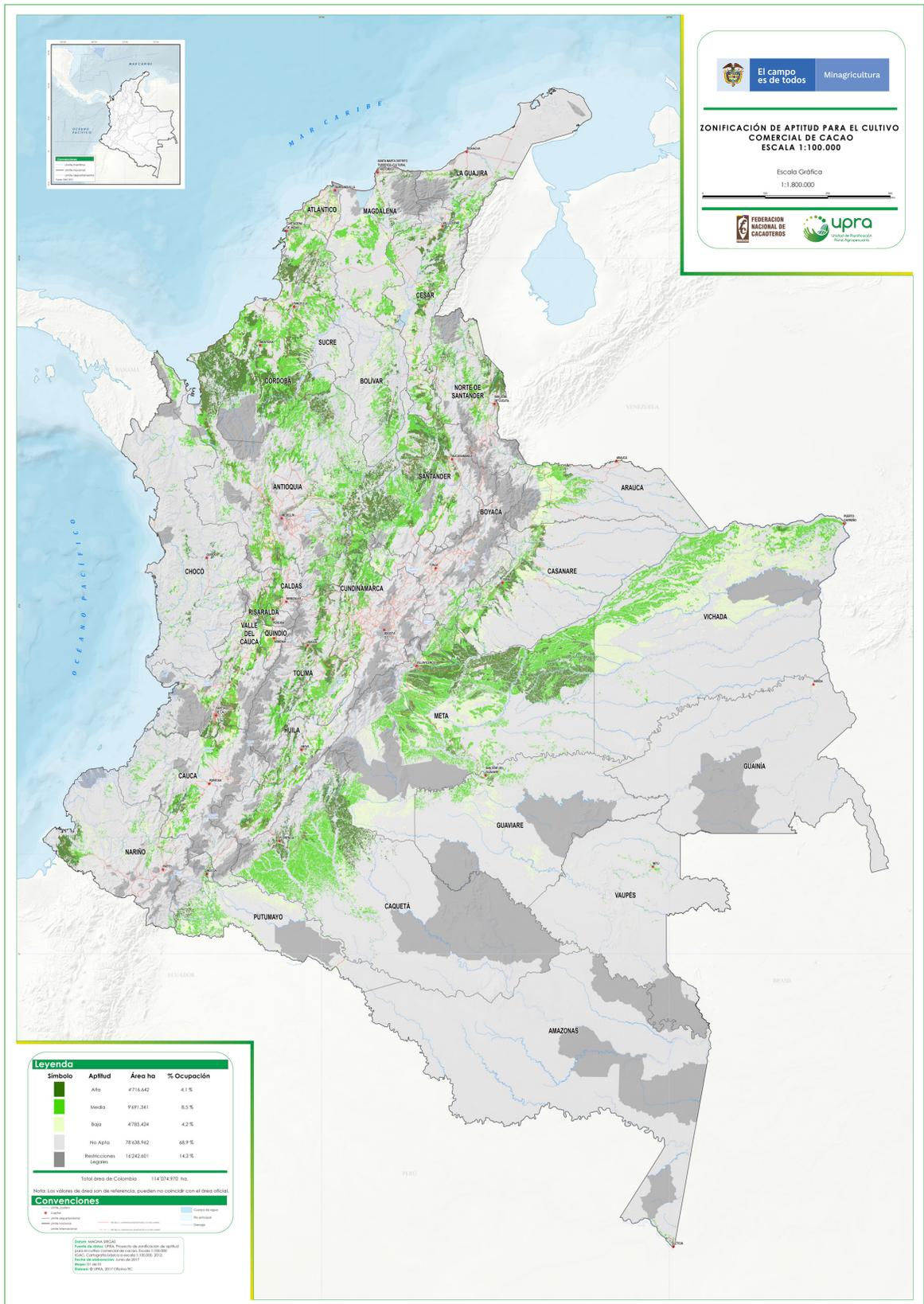
4. RESULTADOS

El mapa de zonificación para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao en Colombia, escala 1:100.000, mostró que en el país existen 19.193.407 ha aptas para el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales de cacao, lo que equivale al 16,8 % del territorio continental del país, de los cuales el 4,1 % corresponde a una aptitud alta (A1), el 8,5 % a aptitud media (A2) y 4,2 % a una aptitud baja (cuadro 30).

Cuadro 30. Resultados del mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000

Categoría	Área (ha)	Ocupación (%)
Aptitud alta (A1)	4.716.642	4,1
Aptitud media (A2)	9.691.341	8,5
Aptitud baja (A3)	4.785.424	4,2
TOTAL APTO	19.193.407	16,8
No apto técnico (N1)	78.638.962	68,9
Restricciones legales	16.242.601	14,2
Total área Colombia	114.074.970	100,0

Ilustración 30. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000



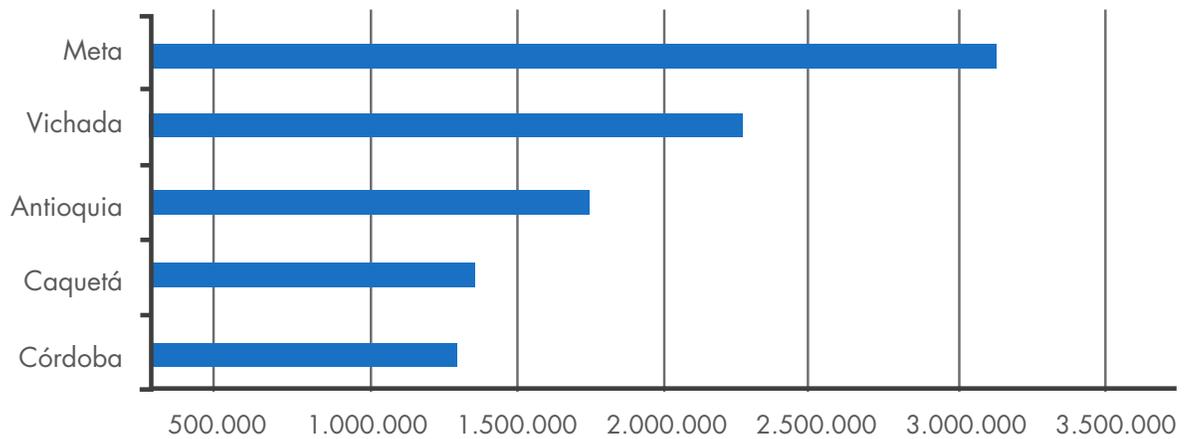
Por departamentos, la mayor aptitud para el cultivo comercial de cacao la presentan Meta (3.084.172 ha), Vichada (2.295.660 ha), Antioquia (1.661.075 ha), Caquetá (1.364.895 ha) y Córdoba (1.281.784 ha), con un total de 9.687.587 ha, que representan el 50,5 % del área apta en Colombia (cuadro 31).

Cuadro 31. Resultados por departamento del mapa de zonificación para el cultivo comercial de cacao en Colombia, escala 1:100.000

Departamento	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	TOTAL APTO (ha)
Meta	936.942	1.488.687	658.543	3.084.172
Vichada	8258	924.456	1.362.946	2.295.660
Antioquia	672.849	881.146	107.079	1.661.075
Caquetá	372.792	945.352	46.751	1.364.895
Córdoba	512.964	670.997	97.824	1.281.784
Santander	506.328	535.316	77.395	1.119.039
Tolima	244.166	378.115	61.076	683.357
Bolívar	129.356	388.456	138.318	656.130
Cesar	174.601	276.438	166.240	617.279
Casanare	161.966	165.693	251.440	579.099
Magdalena	34.283	287.030	156.172	477.485
Cundinamarca	99.317	307.125	54.372	460.813
Norte de Santander	131.539	248.880	79.468	459.886
Putumayo	38.708	165.134	214.741	418.583
Huila	127.016	254.372	31.082	412.470
Valle del Cauca	134.602	212.555	59.496	406.653
Cauca	51.226	241.541	110.516	403.283
Arauca	17.390	151.732	204.564	373.686
Chocó	31.614	124.110	201.239	356.963
Sucre	82.390	190.979	76.733	350.103
Nariño	93.398	93.645	146.496	333.539
Guaviare	10.553	119.570	181.234	311.357
Boyacá	33.297	141.217	99.674	274.188
Caldas	35.233	190.858	8837	234.928
La Guajira	45.175	120.346	22.171	187.692
Atlántico	2801	47.626	84.551	134.978
Risaralda	22.854	73.611	1199	97.664
Quindío	991	39.079	20.396	60.466
Vaupés	-	23.338	18.039	41.378
Guainía	-	-	28.779	28.779
Amazonas	4032	3937	18.053	26.022
San Andrés y Providencia	-	-	-	-
TOTAL NACIONAL	4.716.642	9.691.341	4.785.424	19.193.407

Ilustración 31. Principales departamentos aptos para el cultivo comercial de cacao

Total de zonas con aptitud por departamento (ha),
cultivo comercial de cacao

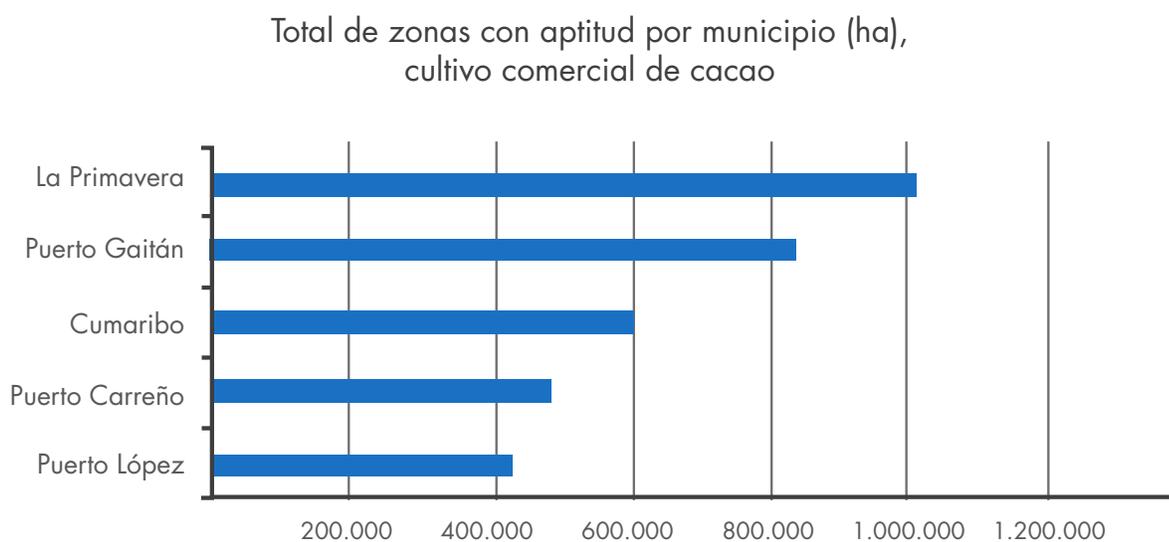


Por otra parte, los departamentos que mostraron la mayor superficie con aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de cacao son Meta (936.942 ha), Antioquia (672.849 ha), Córdoba (512.964 ha), Santander (506.328 ha) y Caquetá (372.792 ha).

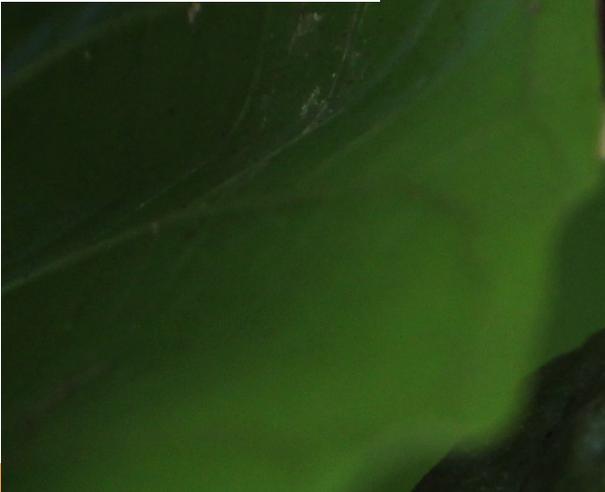
A nivel municipal, la mayor superficie con aptitud para el cultivo comercial de cacao está representada por La Primavera, en el departamento de Vichada, con 1.013.628 ha; Puerto Gaitán, en el departamento del Meta, con 828.722 ha; Cumaribo y Puerto Carreño, en el departamento de Vichada, con 602.709 ha y 477.759 ha, respectivamente, y Puerto López, en el departamento del Meta, con 431.881 ha.



Ilustración 32. Municipios con mayor superficie apta para el cultivo comercial de cacao



Los municipios que mostraron la mayor aptitud alta (A1) para el cultivo comercial de cacao son Puerto Gaitán y Puerto López, en el departamento del Meta, con 345.282 ha y 299.578 ha; San Vicente del Caguán, en el departamento del Caquetá, con 298.878 ha, respectivamente; Cimitarra, en el departamento de Santander, con 193.551 ha, y Montería, en el departamento de Córdoba, con 118.767 ha.





5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao, a escala 1:100.000, permite identificar las áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para el establecimiento y el desarrollo del cultivo. La zonificación es una herramienta del proceso de planificación del uso eficiente del suelo y se considera como el primer instrumento utilizado para definir el plan de ordenamiento productivo, soportado en un trabajo conjunto entre la UPRA, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Fedecacao; dicha zonificación parte de un modelo conceptual basado en la integración de criterios físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, donde la información producida por diferentes entidades del Estado es el insumo base para su desarrollo metodológico.

En ese sentido, la zonificación es de carácter indicativo y contribuye a orientar las políticas para el desarrollo del sector, buscando un mayor impacto en las inversiones y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural. Asimismo, permite orientar las áreas donde se puede promover un mejor desarrollo del cultivo, bajo condiciones de sostenibilidad y desarrollo competitivo.

La zonificación a escala 1:100.000 no brinda respuestas a inquietudes particulares que puedan surgir de los inversionistas o productores de un sector o actividad específica de la economía rural, ni busca sustituir los análisis de viabilidad técnica, de impacto ambiental o análisis socioeconómicos específicos de cada proyecto. De acuerdo con lo anterior, esta zonificación no debe utilizarse para obtener aproximaciones de aptitud a nivel de fincas o predios particulares.

Mediante el análisis multicriterio se determinó que por componente, el físico alcanzó un 59,5 % de ponderación relativa; el socioeconómico, un 32,2 %, y el socioecosistémico, un 8,3 %. Los criterios de mayor importancia dentro de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao a escala 1:100.000 en Colombia son las condiciones climáticas (15,5 %), seguido de las condiciones de enraizamiento (14,3 %), la disponibilidad de humedad (10,9 %) y el mercado laboral (8,2 %).

El criterio de condiciones climáticas es el de mayor peso dentro de la zonificación de aptitud para el cultivo de cacao. Es un criterio compuesto por las variables precipitación, temperatura y déficit pluvial; presenta la mayor importancia dentro de la determinación de zonas aptas, dado que incide directamente en el establecimiento, el desarrollo y la productividad del cultivo comercial de cacao.

Los criterios del subcomponente edáfico, como las condiciones de enraizamiento y la disponibilidad de humedad y de oxígeno, son indispensables para el desarrollo del cultivo comercial de cacao.

Dentro del componente socioecosistémico, el enfoque es la sostenibilidad no solo del entorno, sino del propio cultivo. El criterio más importante para la zonificación de cacao fue la integridad ecológica, con un peso relativo del 2,8 %.

Desde el componente socioeconómico, el principal criterio fue el mercado laboral, seguido por los indicadores económicos. La mayor restricción está dada por su nivel de agregación, cuyos análisis principalmente son a nivel municipal; algunas variables definen su aptitud en función del tiempo de recorrido (isócronas), siendo un proceso que se traduce en la identificación de las características de competitividad en los municipios, por su accesibilidad a la oferta de infraestructura para el movimiento del aparato productivo que exige la cadena.

El mapa de zonificación mostró que en el país existen 19.193.407 ha aptas para el cultivo comercial de cacao, lo que equivale al 16,8 % del territorio continental del país, siendo los departamentos de Meta (3.084.172 ha) y Vichada (2.295.660 ha) los que tienen la mayor superficie apta para actividades comerciales asociadas al cultivo de cacao, seguidos por Antioquia (1.661.075 ha), Caquetá (1.364.895 ha) y Córdoba (1.281.784 ha).

Dada la dinámica de las variables y las mejoras previsible en la información que permanentemente ocurren, es necesario actualizar periódicamente el mapa de aptitud para el cultivo comercial de cacao, a escala 1:100.000. Igualmente, es importante que, en la medida de las posibilidades, se generen mapas de aptitud a escala 1:25.000, por la pertinencia para tomar decisiones públicas y privadas respecto a las políticas y las inversiones que atañen a este destacado cultivo comercial.

De acuerdo con los mapas finales de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao, en el país existe un área apta suficiente para el desarrollo comercial de esta actividad productiva.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alarcón, J.; Arévalo, E.; Díaz, A.; Galindo, J. y Rosero, A. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de cacao* (*Theobroma cacao L.*). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) e Instituto Colombiano Agropecuario (ICA): Bogotá: 43 pp.

Argüelles, T. (2012). «El cacao en el mundo: principales países productores». En *eHow en Español*. Recuperado de <http://www.ehowenespanol.com/cacao-mundo-principales-paises-productores-galeria_168538/#pg=1>.

Consejo Nacional Cacaotero. (2008). *Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas*.

Consejo Nacional del Cacao (CNC). (2013). *Resolución no. 003 de octubre de 2012*.

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

Compañía Nacional de Chocolates S. A. S. (CNCH). (2012). *El cultivo del cacao*. Bogotá.

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2014). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*. Recuperado de <<https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>>.

Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra: conceptos de clasificación y manual para el usuario*. Roma: FAO.

Eastman, J.; Jin, W.; Kyem, W. y Toledano, P. (1995). «Raster procedures for multi-criteria multi-objective decisions». En *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61(5), pp. 539-47.

Espinel, C.; Covalada, H.; Ortiz, L. (2004). *La cadena del cacao en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Documento de trabajo no. 58. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia.

Estrada, J.; Romero, G.; Moreno, J. (2011). *Guía técnica del cultivo de cacao manejado con técnicas agroecológicas*. San Salvador: Catie-Confras, 22 pp.

Fassbender, H. y Bornemizsa, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina* (2.ª ed.). San José de Costa Rica: Instituto

Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Recuperado de <<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9793e/A9793e.pdf>>.

Federación Nacional de Cacaoteros. (s. f.) *Manual de buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de cacao* (Theobroma cacao L.). Bogotá: Fedecacao. 36 pp. Recuperado de <http://www.fedecacao.com.co/portal/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_11B.pdf>.

García, J.; Romero, M. y Ortiz, L. (2005). *Evaluación edafoclimática de las tierras del trópico bajo colombiano para el cultivo de cacao*. Convenio Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá: Corpoica.

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». En *Global Food Security*, 5, pp. 25-36.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2009). *Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones*. Bogotá: Ideam.

—. (2010). *Resumen ejecutivo de la memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica*. Bogotá: Ideam.

—. (2011). *Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional: escalas gruesa y fina*. Bogotá: Ideam, 106 pp. Recuperado de <<http://www.IDEAM.gov.co/documents/13257/13817/Memoria+T%C3%A9cnica+Deforestaci%C3%B3n+.pdf/5f2741b4-ffa1-4b58-b986-f2fbefd6d006>>.

—. (2015). *Estudio nacional del agua 2014*. Bogotá: Ideam. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf>.

Iglesias, J. (1999). *Sistemas de producción agroforestales, conceptos generales y definiciones*. Cuba: Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (1979). *Propiedades químicas de los suelos* (2.ª ed.). Bogotá: IGAC.

—. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC.

International Cocoa Organization (IICO). (2016). *Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics*, XLIII(3). Cocoa year 2015-2016.

Martín-López, B.; Gómez, 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*, 3, 229-258.

Minagricultura. (s. f.). *Plan nacional de desarrollo cacaotero (2012-2021)*. Recuperado de <<http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Plan%20Nacional%20de%20desarrollo%20cacaotero%202012-2021.pdf>>.

Monteiro, W., Ahnert, A. (2012). «Melhoramento genético do cacaveiro», Valle RR (Ed.). En *Ciencia, tecnologia y manejo do cacaveiro* (2.º ed.). Itabuna (Brasil): Ceplac.

Motamayor, J.; Lachenaud, Ph.; da Silva e Mota, J.; Loo, R.; Kuhn, D.; Brown, J. y Schnell, R. (2008). *Geographic and Genetic Population Differentiation of the Amazonian Chocolate Tree*. EUA: Universidad de Chicago.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1976). «A framework for land evaluation». En *Soils Bulletin* 32. Roma: FAO.

—. (1985). «Directivas: evaluación de tierras para la agricultura de regadío». En *Boletín de Suelos* 55. Roma: FAO.

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

—. (2007). *Land evaluation: towards and revised framework*. Roma: FAO.

Pérez-Arbeláez, E. (1996). *Plantas útiles de Colombia*. Edición fascimilar por su centenario. Bogotá: Cargraphics.

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

—. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. Nueva York: Free Pres

Ríos, D. (2015). *Descripción de la diversidad entomológica asociada a la flor de Theobroma cacao*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Recuperado de <<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8660/MONOGRAFIA%20POLINIZADORES%20DEL%20CACAO.pdf;sequence=1>>.

Rodiek, J. (2008). «Landscape and urban planning cover for 2009». En *Landscape Urban Planning* 89(1), 1-2.

Rojas, F. y Sacristán, E. (2013). *Guía ambiental para el cultivo del cacao*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Nacional de Cacaoteros, Fondo Nacional del Cacao (Eds.) (2.ª ed.). Bogotá: Fedecacao. Recuperado de <https://www.fedecacao.com.co/portal/images/recourses/pub_doctecnicos/fedecacao-pub-doc_05B.pdf>.

Roldán, D.; Salazar, M.; Tejada, M. y Ortiz, X. (2004). *La cadena del cacao en Colombia*. Documento de trabajo no. 13. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Bogotá: Minagricultura.

Rossiter, D. (2009). «Land evaluation: towards a revised framework. Land and Water Discussion Paper 6». Roma: FAO (2007), ISSN: 1729-0554. En *Geoderma*, 148: 428-429.

Schroth, G.; Da Fonseca, G.; Harvey, C.; Gascon, C.; Vasconcelos, H.; Izac, A-M. (2004). *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington, D.C.: Island Press.

Siraj, S.; Mikhailov, L.; Keane, J. (2013). «PriEst: An interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments». En *International Transactions in Operational Research*, 22(2), pp. 217-235.

Superintendencia de Industria y Comercio (2012). *Estudio sobre el sector cacaotero*. Recuperado de <http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/promocion_competencia/Estudios_Economicos/Estudios_Economicos/Estudiosobreelsectorcacaotero.pdf>.

—. (s. f.). *Cadena productiva del cacao: diagnóstico de libre competencia*. Recuperado de <<https://es.scribd.com/document/221238280/Cacao>>.

U. S. Department of Agriculture (USDA). (1961). *Land Capability Classification. Agriculture Handbook 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.

Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2014). *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:1000.000*. Bogotá: UPRA.



7. ANEXOS





Anexos

Tabla de contenido

1. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE FÍSICO	.134
1.1. CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS	.135
1.1.1. Variable temperatura media anual multianual.	139
1.1.2. Variable precipitación total media anual.	142
1.1.3. Variable déficit pluvial	145
1.2. CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	.147
1.2.1. Variable profundidad efectiva	150
1.2.2. Variable pedregosidad	153
1.2.3. Variable textura	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	169
1.4. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD	.172
1.4.1. Variable régimen de humedad.	175
1.4.2. Variable textura	178
1.5. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO	.181
1.5.1. Variable drenaje natural	184
1.5.2. Variable susceptibilidad a inundaciones	187
1.6. CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS	.190
1.6.1. Variable pendiente	194
1.6.2. Variable erosión actual	197
1.6.3. Variable susceptibilidad a deslizamientos	200
1.7. CRITERIO TOXICIDAD DE SUELOS	.202
1.7.1. Variable salinidad	205
1.7.2. Variable saturación de aluminio	208
1.8. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES	.211
1.8.1. Variable acidez (pH)	215
1.8.2. Variable capacidad de intercambio catiónico.	218
1.8.3. Variable saturación de bases	221
1.8.4. Variable carbono orgánico	224

1.9. CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO	.227
1.9.1. Variable temperatura media anual	230
1.9.2. Variable humedad relativa	232
1.9.3. Variable incidencia de monilia	234
2. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO	.236
2.2. CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA	.247
2.2.1. Variable conectividad estructural de las coberturas naturales.	258
2.2.2. Variable índice de naturalidad	261
2.2.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles	264
2.3. CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA	.271
2.4. CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO	.280
2.5. CRITERIO AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL	.291
3. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO	.294
3.1. CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS	.295
3.1.1. Variable grado de importancia económica municipal	298
3.1.2. Variable créditos otorgados	301
3.1.3. Variable incentivo a la capitalización rural (ICR)	304
3.2. CRITERIO PRECIO DE LA TIERRA RURAL	.307
3.2.1. Variable precio de la tierra rural municipal	310
3.3. CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL	.313
3.3.1. Variable tamaño tipo de los predios rurales	315
3.4. CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA.	.318
3.4.1. Variable accesibilidad a centros de servicios	322
3.4.2. Variable cercanía a puertos marítimos	325
3.4.3. Variable cercanía a puertos fluviales	328
3.4.4. Variable existencia de cultivos	331
3.4.5. Variable interconexión eléctrica	334
3.4.7. Variable distritos de adecuación de tierras	340
3.5. CRITERIO MERCADO LABORAL	.343
3.5.1. Variable población en edad de trabajar (PET ₂₀₋₆₄)	346
3.5.2. Variable años promedio de escolaridad	349

3.5.3. Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales.	352
3.5.4. Variable cercanía a centros petroleros	355
3.6. CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA358
3.6.1. Variable homicidios.	361
3.6.2. Variable riesgo de amenazas	364
3.6.3. Variable accidentes e incidentes por minas antipersonas	367
3.6.4. Variable desplazamiento forzado	370
3.7. CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD374
3.7.1. Variable desempeño fiscal.	378
3.7.2. Variable cercanía al SENA	381
3.7.3. Variable presencia del ICA	384
3.7.4. Variable presencia de Corpoica	387
3.7.5. Variable organizaciones gremiales o de base del sector	389
3.7.6. Variable extensión y asistencia técnica sectorial.	392
3.8. CRITERIO CONDICIONES DE VIDA395
3.8.1. Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)	398
4. CRITERIO EXCLUSIONES Y CONDICIONANTES402
4.1. CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES403
4.1.1. Variable áreas protegidas.	406
4.1.2. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)	408
4.1.3. Variable áreas urbanas.	410
4.2. CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES412
4.2.1. Variable ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical)	417
4.2.2. Variable áreas protegidas.	421
4.2.3. Variable zonas de reserva forestal nacional	423
4.2.4. Variable distinciones internacionales	426
4.2.5. Variable áreas de interés cultural y social	430





1. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE FÍSICO



1.1. CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO		
CRITERIO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Temperatura media anual multianual, expresada en °C/año.</p> <p>Precipitación total media anual, expresada en mm/año.</p> <p>Déficit pluvial, expresado en número de meses secos consecutivos con precipitación < 100 mm.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas de un período cronológico extenso de las variables o los elementos climáticos referentes al estado de la atmósfera en dicho espacio. Cuando se hace referencia al clima, se hace énfasis en los tres elementos climáticos (precipitación, temperatura y brillo solar) más representativos e importantes desde el punto de vista de la producción del cultivo de cacao.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Las condiciones climáticas dependen principalmente de los elementos acuosos y termodinámicos de la atmósfera, así como de las diferentes formas de la topografía. El clima influye positiva o negativamente en el desarrollo de las plantas de cacao y su evaluación constituye el motor del desarrollo socioeconómico del cultivo comercial en Colombia.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>El limitado cubrimiento de red de estaciones meteorológicas que registran información de los diferentes elementos del clima genera inconvenientes para conocer la distribución espacial más detallada de las condiciones climáticas características de algunas zonas del país.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de condiciones climáticas se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo de cacao son las temperaturas medias anuales inferiores a 20 °C/año y precipitaciones totales anuales inferiores a 500 mm/año.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 15,5 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>Las condiciones climáticas se determinaron a partir de información base de las unidades térmicas, pluviométricas y de brillo solar, las cuales se tomaron de los mapas de isotermas e isoyetas anuales elaborados por el Ideam, a escala 1:100.000, de la distribución de la temperatura media anual, base de datos de precipitación y distribución del brillo solar medio anual, período 1981-2010. A partir de estos mapas se realizó un ejercicio de integración de estos elementos del clima. En cuanto al déficit pluvial, a partir de la base de datos pluviométricos del Ideam se generaron los mapas del número de meses secos, a escala 1:100.000.</p> <p>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)—, en donde un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para la actividad en consideración, y una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas, se definieron los criterios y las variables para ser considerados por cada uno de los componentes dentro de la zonificación, sobre los cuales se establecieron las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud para soportar adecuadamente el cultivo comercial de cacao.</p> <p>Para efectos de la espacialización del criterio condiciones climáticas fue necesario ajustar los rangos establecidos de la variable precipitación anual en la zonificación de cacao a las isoyetas elaboradas por el Ideam, como se aprecia en el ítem de rangos para la asignación de valores de aptitud.</p>		

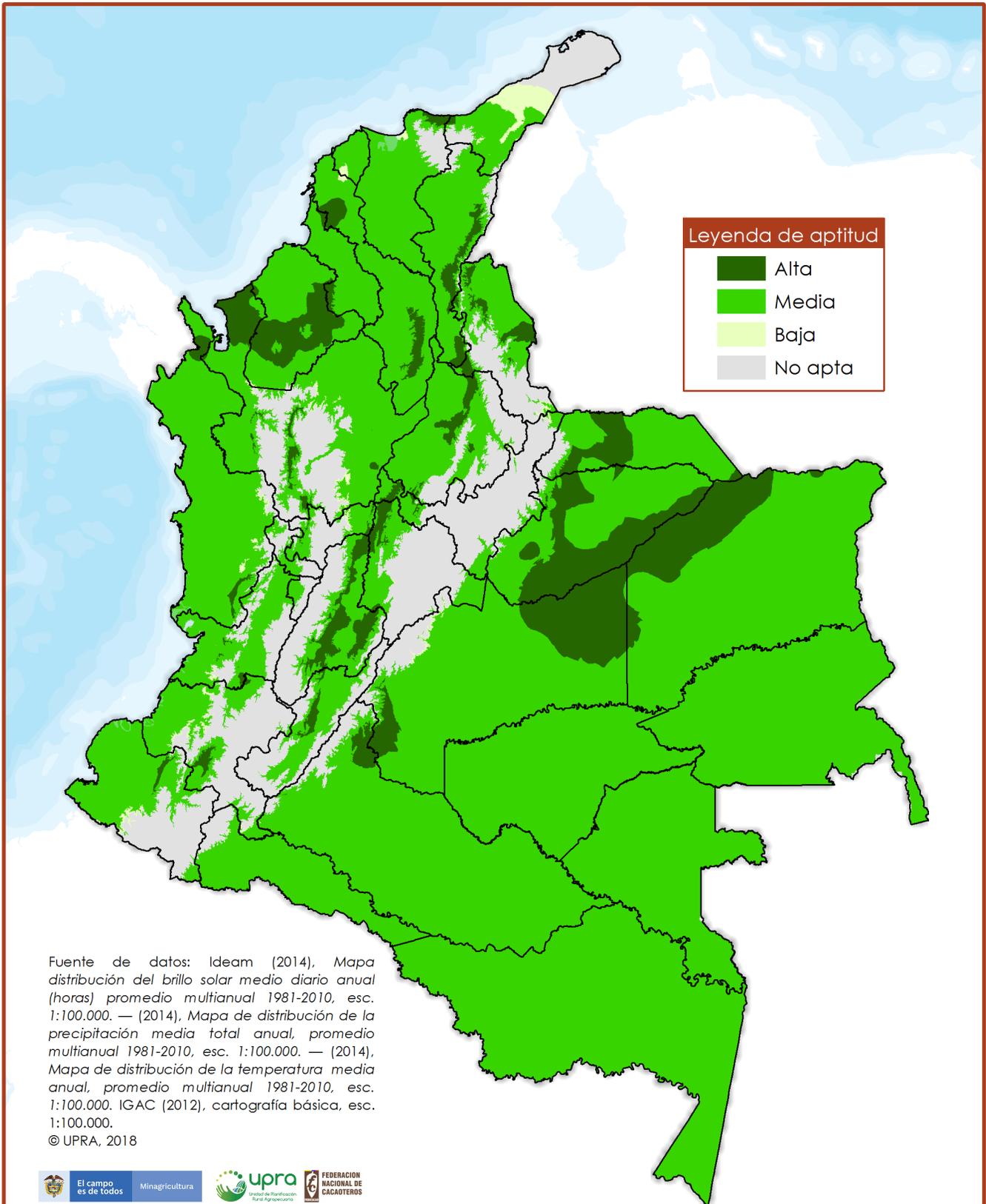
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Precipitación total (mm/año)	Temperatura (°C/año)	Déficit pluvial, meses consecutivos (≤ 100 mm/mes)	Aptitud
$\geq 1500 - \leq 2500$	$\geq 24 - \leq 28$	< 2	A1
		$\geq 2 - \geq 4$	A1
		< 4	A2
	$\geq 22 - < 24$ y ≥ 28	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A2
	$\geq 20 - < 22$	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A2
$\geq 1000 - \leq 1500$ y $> 2500 - \leq 4000$	$\geq 24 - \leq 28$	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A2
	$\geq 22 - < 24$ y ≥ 28	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A2
	$\geq 20 - < 22$	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A2
$\geq 500 - < 1000$ y > 4000	$\geq 24 - \leq 28$	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A2
	$\geq 22 - < 24$ y ≥ 28	< 2	A2
		$\geq 2 - \geq 4$	A2
		< 4	A3
	$\geq 20 - < 22$	< 2	A3
		$\geq 2 - \geq 4$	A3
		< 4	A3

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam (2014a). *Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010.*
- -. (2014b). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.*
- -. (2014c). *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Leyenda de aptitud

- Alta
- Media
- Baja
- No apta

Fuente de datos: Ideam (2014), *Mapa distribución del brillo solar medio diario anual (horas) promedio multianual 1981-2010*, esc. 1:100.000. — (2014), *Mapa de distribución de la precipitación media total anual, 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. IGAC (2012), *cartografía básica*, esc. 1:100.000.
 © UPRA, 2018



CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS



1.1.1. Variable temperatura media anual multianual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE					
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			CULTIVO COMERCIAL DE CACAO		
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO					
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS					
VARIABLE: TEMPERATURA MEDIA ANUAL MULTIANUAL			UNIDAD DE MEDIDA: °C/año		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica		√		
	Análisis jerárquico		√		
	Exclusión legal				
	Condicionante				
DEFINICIÓN					
<p>Magnitud física que caracteriza el movimiento aleatorio medio de las moléculas en un cuerpo físico. La temperatura del aire hace referencia a la medida del estado térmico del aire con respecto a su habilidad de comunicar calor a su alrededor.</p> <p>La temperatura del aire, que depende de la latitud y de la altitud, se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas.</p>					
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO					
<p>La temperatura del aire afecta todos los procesos fisiológicos de las plantas; para el caso del cultivo comercial de cacao, se ha determinado como óptimo el rango entre los 24 y los 27 °C, una mínima de 15 °C y una mínima absoluta de 10 °C. En el mundo se siembra cacao en zonas que oscilan entre los 19 y los 28 °C de temperatura promedio diaria. El efecto de las temperaturas bajas se evidencia bajo crecimiento vegetativo, mayor tiempo para que el cultivo inicie producción, periodos largos en el crecimiento y maduración de frutos y, en ocasiones, bajos porcentajes de cuajamiento.</p> <p>La importancia de esta variable para el cultivo de cacao radica en el hecho de que la temperatura del aire influye significativamente en todos los procesos fisiológicos de las plantas. La velocidad de crecimiento está limitada por cierto rango de temperatura, que comprende los valores máximo y mínimo, fuera del cual el crecimiento se detiene; el valor óptimo se encuentra entre estos dos. Asimismo, los efectos acumulativos de la temperatura tienen una incidencia directa en el crecimiento de las plantaciones de cacao, en particular en sus fases iniciales de desarrollo. Por otro lado, las temperaturas extremas, demasiado altas o bajas, pueden ocasionar daños en las plantaciones.</p> <p>Para la zonificación, conocer la distribución espacial de la temperatura del aire es importante, ya que permite establecer las zonas térmicas con aptitud alta, aptitud media, aptitud baja y las zonas con temperaturas no aptas para el cultivo.</p>					
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO					
<p>El mejor desarrollo del cacao se manifiesta a temperaturas promedio anuales superiores a 24 °C, siendo el rango óptimo el comprendido entre 24 y 28 °C. La temperatura ejerce efecto en la formación de las flores en el leño de los árboles; el cacao es caulifloro y requiere temperaturas mayores a 23 °C para el crecimiento del cámbium y la formación de flujos florales, pero temperaturas muy altas o muy bajas pueden llegar a producir alteraciones fisiológicas en el árbol.</p> <p>Desde el punto de vista agronómico, se aplicó como exclusión el valor de 20 °C, ya que temperaturas inferiores a ese valor pueden incidir en el comportamiento fisiológico de la planta, al punto de afectar la productividad. Desde el punto de vista climatológico, este valor de temperatura corresponde a altitudes promedio por encima de 1478 m s. n. m., en las cuales no se implementa el cultivo comercial de cacao. Para calificar la aptitud se utilizaron los siguientes rangos de temperatura:</p>					
Variable	Unidad	A1	A2	A3	N1
Temperatura media anual multianual	°C/año	≥ 24 - ≤ 28	≥ 22 - < 24 y ≥ 28	≥ 20 - < 22	< 20

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Base de datos actualizada, por lo menos al 2014, de la información térmica de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas. Actualmente, se tiene solo hasta 2010; en consecuencia, el análisis espacial a nivel anual no refleja la condición térmica actual del país.

Serie histórica: la información de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam en 2014, a escala 1:100.000, basado en una serie histórica de 1981 a 2010.

Tratamiento de la información: se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por la Oficina TIC de la UPRA.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la determinación del rango de exclusión de temperatura, se analizó la relación entre altitud y temperatura media en varias localidades, de acuerdo con lo reportado en los cuadros 1 y 2, así:

Cuadro 1. Valores de temperatura media frente a altitud en las vertientes orientales y occidentales de las cordilleras oriental, central y occidental

Variación de la temperatura media con la altitud (gradiente vertical)							
Temp. media (°C)	Cordillera oriental		Cordillera central		Cordillera occidental		Altitud media (m s. n. m.)
	V. oriental	V. occidental	V. oriental	V. occidental	V. oriental	V. occidental	
	Altitud	Altitud	Altitud	Altitud	Altitud	Altitud	
16	2074	2220	2180	2053	2187	2081	2132
18	1730	1889	1853	1734	1886	1738	1805
20	1387	1559	1526	1416	1584	1395	1478
22	1043	1228	1199	1097	1283	1051	1150

Cuadro 2. Valores de altitud frente a temperatura media en las vertientes orientales y occidentales de las cordilleras oriental, central y occidental

Variación de la temperatura media con la altitud (exposición)							
Altitud (m s. n. m.)	Cordillera oriental		Cordillera central		Cordillera occidental		Cordilleras
	V. oriental	V. occidental	V. oriental	V. occidental	V. oriental	V. occidental	Oriental-central-occidental
	Temp. media	Temp. media	Temp. media	Temp. media	Temp. media	Temp. media	Promedio (°C)
1000	22,3	23,4	23,2	22,6	23,9	22,3	22,9
1200	21,1	22,2	22,0	21,4	22,6	21,1	21,7
1300	20,5	21,6	21,4	20,7	21,9	20,5	21,1
1500	19,3	20,4	20,2	19,5	20,6	19,4	19,9

El análisis de esta información permite inferir que la isoterma de 20 °C oscila entre las altitudes de 1387 y 1584 m s. n. m., en promedio 1478 m s. n. m., y que para la altitud de 1500 m s. n. m. corresponde una temperatura media anual de 19,9 °C, aproximadamente. Este razonamiento permite explicar por qué desde el punto de vista climatológico se decidió establecer como valor limitante las temperaturas inferiores a 20 °C, que corresponden a elevaciones por encima de 1500 m s. n. m., en promedio, con lo que se evita el riesgo de calificar como no aptas, zonas ubicadas por encima de 1200 m s. n. m., en donde existen cultivos comerciales de cacao.

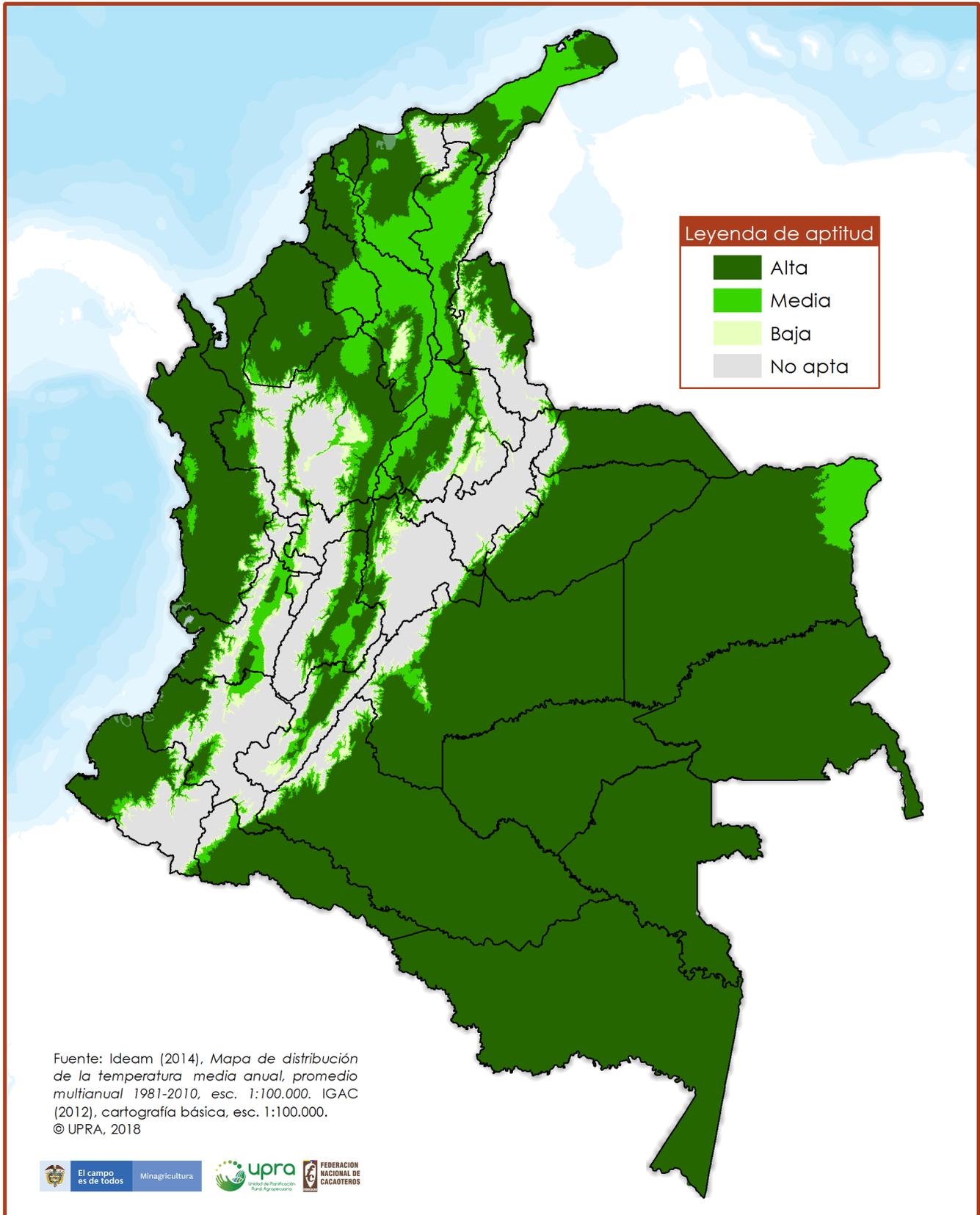
Unidad de análisis

La unidad final de análisis fue el territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas térmicas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

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

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE TEMPERATURA MEDIA ANUAL MULTIANUAL
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

1.1.2. Variable precipitación total media anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE					
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			CULTIVO COMERCIAL DE CACAO		
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO					
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS					
VARIABLE: PRECIPITACIÓN TOTAL MEDIA ANUAL			UNIDAD DE MEDIDA: mm/año		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica		√		
	Análisis jerárquico		√		
	Exclusión legal				
	Condicionante				
DEFINICIÓN					
<p>Cantidad de agua que cae sobre la superficie terrestre en forma líquida o sólida. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que se registra en una determinada zona y parte de ella contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de cacao. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro (1 mm) de precipitación equivale a un litro de agua lluvia por metro cuadrado de superficie (1l/m²) o a diez metros cúbicos de agua por hectárea (10 m³/ha).</p>					
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO					
<p>En Colombia, la distribución de la precipitación obedece a dos tipos de régimen: monomodal y bimodal. El primero está conformado por una temporada seca y una lluviosa durante el transcurso del año, en donde las cosechas son muy marcadas y estacionales, precisamente por no contar sino con un solo periodo de estrés, mientras que en el régimen bimodal se registran dos temporadas secas alternadas con dos lluviosas, y se producen dos cosechas marcadas en el año y dos épocas muy bajas de producción, sin que esta llegue a cero. La importancia de la lluvia radica en el suministro de agua al suelo y las plantas, lo que permite las dinámicas química y biológica, que facilitan la absorción de nutrientes y el desarrollo vegetal.</p> <p>La precipitación afecta el crecimiento, la diferenciación floral, la brotación y el cuajado de frutos. Los cultivos comerciales de cacao se desarrollan y crecen con éxito en zonas con precipitación entre 1500 y 2500 mm anuales de lluvia. No obstante, la cantidad de agua en forma de precipitación será función de la distribución de la misma en el año y de la intensidad de las lluvias. El cacaotero necesita de periodos secos estresantes para desarrollar la evocación floral, seguidos de periodos lluviosos, que inducen la brotación reproductiva.</p> <p>La lluvia cumple la función de suministrar el agua al suelo y las plantas, lo que permite la dinámica química y biológica que facilita la nutrición vegetal y mejora las propiedades físicas de los suelos haciéndolos más permeables.</p> <p>Dado que el cacaotero es muy sensible a la escasez de agua, así como a su exceso, para la zonificación es muy importante conocer la distribución espacial de la lluvia sobre el territorio colombiano y, además, su distribución temporal, es decir, la identificación de las épocas de ocurrencia de las temporadas secas y lluviosas, y su intensidad, ya que ese conocimiento, unido al de los requerimientos hídricos del cultivo, permite establecer las zonas pluviométricas, con aptitud alta, aptitud media y aptitud baja, así como las zonas no aptas para la implementación de cultivos comerciales.</p>					
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO					
<p>Se establecieron como valores excluyentes mínimos las cantidades inferiores a 500 mm/año, las cuales son consideradas como condiciones severas o sin potencial y pueden presentar niveles bajos de productividad.</p> <p>Para calificar la aptitud como alta (A1), media (A2), baja (A3) o sin aptitud (N1), se utilizaron los siguientes rangos de precipitación total anual:</p>					
Variable	Unidad	A1	A2	A3	N1
Precipitación total	mm/año	1500-2500	1000-1500 y 2500-4000	500-1000 y > 4000	< 500

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Base de datos actualizada y normalizada, por lo menos al 2014, de la información pluviométrica de todo el territorio nacional, generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo esta hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial a nivel anual no refleja la condición pluviométrica actual del país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Serie histórica: la información utilizada de base para las unidades pluviométricas se tomó del mapa de isoyetas elaborado por la UPRA, utilizando la base de datos de lluvia del Ideam (2015), a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1981 a 2010 de lluvia del Ideam (2015), a escala 1:100.000.

Tratamiento de la información: se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de la lluvia, de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, actividad que fue soportada por la Oficina TIC de la UPRA.

Unidad de análisis

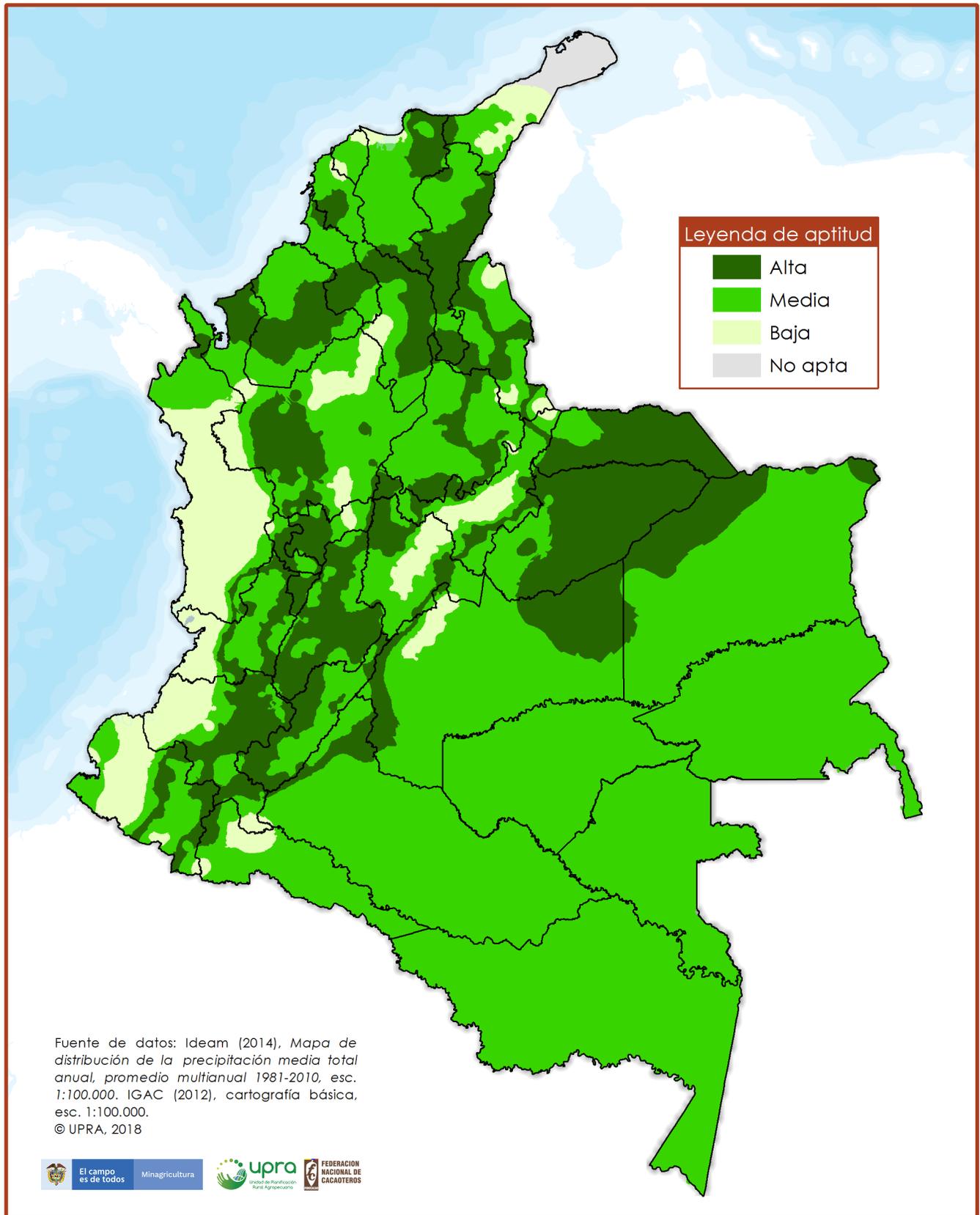
La unidad final de análisis que se tomó fue el territorio nacional, dividido en sus diferentes zonas pluviométricas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam (2014). *Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

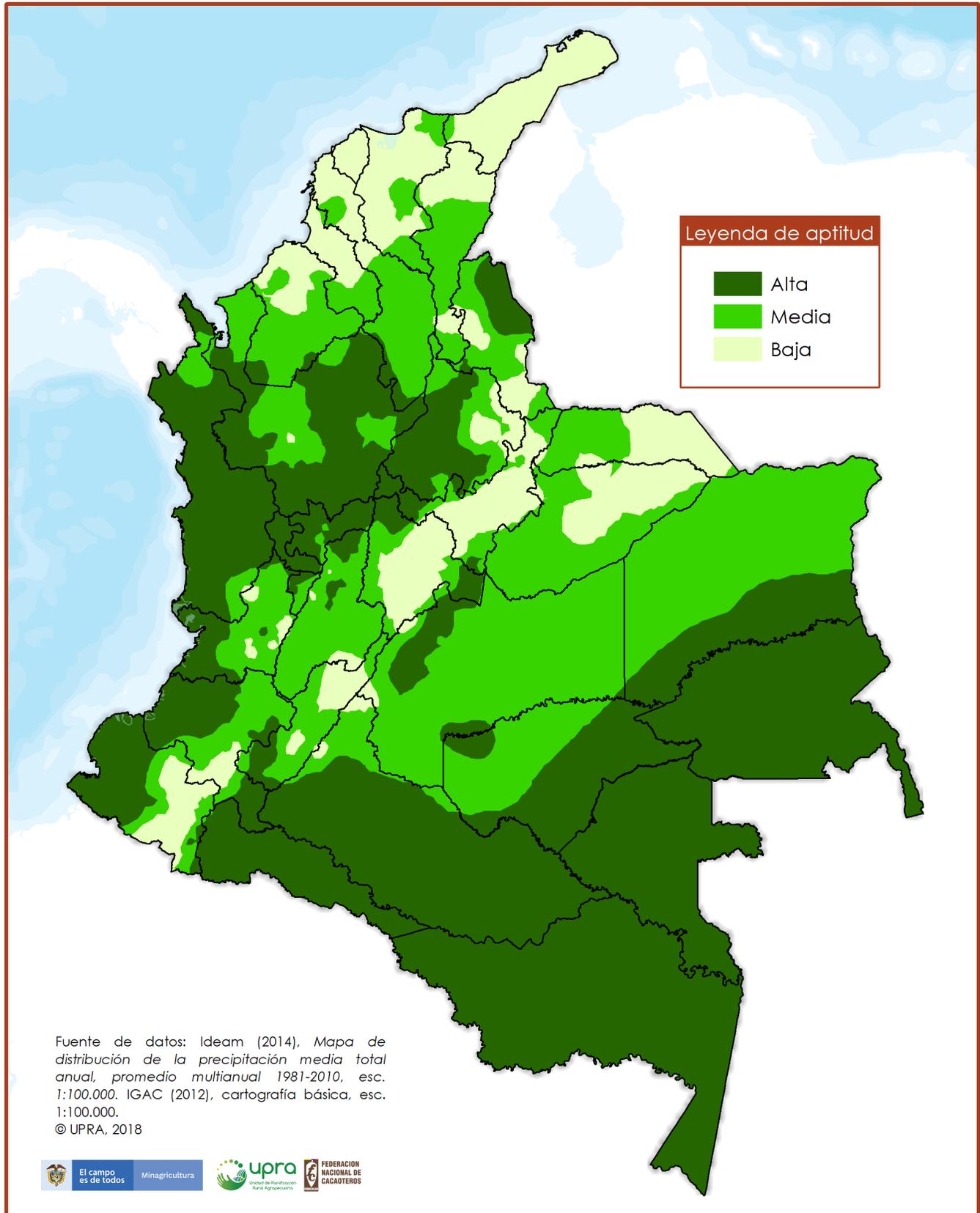


VARIABLE PRECIPITACIÓN TOTAL MEDIA ANUAL
CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS

1.1.3. Variable déficit pluvial

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE					
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			CULTIVO COMERCIAL DE CACAO		
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: CLIMÁTICO					
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS					
VARIABLE: DÉFICIT PLUVIAL			UNIDAD DE MEDIDA: Meses consecutivos < 100 mm		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica				
	Análisis jerárquico		√		
	Exclusión legal				
	Condicionante				
DEFINICIÓN					
Falta de agua lluvia en las cantidades necesarias para suplir los requerimientos del cultivo en alguna época del año. Para el caso del cacaoero, está definido por los meses secos consecutivos con lluvias inferiores a 100 mm/mes.					
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO					
<p>El desarrollo del cultivo de cacao requiere de periodos secos, no muy prolongados, necesarios para el desarrollo vegetativo y una buena fructificación, para garantizar cosechas abundantes y cultivos comerciales altamente productivos.</p> <p>Para la zonificación, es importante conocer la distribución espacial del déficit pluvial, representado en el número de meses secos que se presentan a través del año, ya que desde el punto de vista climatológico permite establecer las zonas con aptitud alta, aptitud media, aptitud baja y las zonas no aptas para el cultivo comercial.</p>					
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO					
No se estableció valor excluyente. Para calificar la aptitud como alta (A1), media (A2) o baja (A3), se utilizaron los siguientes rangos de déficit pluvial:					
Variable	Unidad de medida	A1	A2	A3	N1
Déficit pluvial	Meses secos consecutivos < 100 mm	< 2	≥ 2 - < 4	≥ 4	-
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE					
No disponer de una red más densa de estaciones meteorológicas, que registre información pluviométrica de todo el territorio nacional, genera inconvenientes para conocer las distribuciones espacial y temporal más detalladas de la lluvia en algunas zonas del país, en particular, de aquellos lugares que presentan un comportamiento muy diferente al de la región en la que se encuentran ubicados (microclimas), los cuales resultan difíciles de identificar en la escala del mapa de isoyetas utilizado.					
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN					
Serie histórica de la información: la información utilizada de base para las unidades de déficit pluvial se tomó de la base de datos de precipitación media mensual multianual del Ideam, la cual contiene cerca de 2050 estaciones con series históricas con periodos de registro de 30 años (1981-2010).					
Tratamiento de la información: a partir de la base de datos de precipitación media mensual multianual se seleccionaron aquellas estaciones que registran meses con lluvia < 100 mm. Se obtuvo la serie «número de meses secos» y se trazaron las isolíneas para todo el país, correspondientes a 1, 2, 3 y ≥ 4 meses secos, actividad soportada por la Oficina TIC de la UPRA.					
Unidad de análisis	Zonas conformadas por isolíneas medias anuales multianuales de número de meses con precipitación ≤ 100 mm, con rangos de variación de 0, 1, 2, 3, 4, y más de 4 meses consecutivos.				
FUENTES DE INFORMACIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> Ideam (2014). <i>Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981-2010.</i> IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000.</i> 					

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



1.2. CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Profundidad efectiva, expresada en centímetros (cm).</p> <p>Pedregosidad, expresada como fase de pedregosidad.</p> <p>Textura, expresada como clase de grupos texturales.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Profundidad efectiva del suelo, es decir, profundidad hasta donde penetran las raíces sin obstáculo. Al haber mayor volumen para explorar, mayores son las posibilidades de las plantas para abastecerse de agua y nutrientes.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Las condiciones de enraizamiento son cualidades fundamentales para el buen desarrollo vegetativo y productivo del cultivo; integran un grupo de propiedades físicas de los suelos y evalúan principalmente los obstáculos físicos que limitan el normal crecimiento de las plantas. Además, este criterio influye significativamente en la clase de aptitud que pueda tener una determinada área para el cultivo comercial de cacao y su evaluación constituye una herramienta para la toma de decisiones por parte de los inversionistas y los planificadores del sector agropecuario en el país.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de condiciones de enraizamiento se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo del cacaotero son la profundidad efectiva < 50 cm y la pedregosidad > 90 %.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La falta de homogeneidad de los componentes taxonómicos dentro de las unidades cartográficas de los suelos limita el conocimiento y la distribución espacial, en forma más detallada, del criterio de condiciones de enraizamiento.</p> <p>Debido a que la pedregosidad en los estudios de suelos no se encuentra de acuerdo con los rangos propuestos, solamente si tiene o no tiene fase de pedregosidad, se opta por tomar estas dos condiciones para su calificación de marginalmente apta y apta, respectivamente.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 14,3 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), que corresponde a los límites de variación de las clases de profundidad, clases de pedregosidad y las clases texturales (IGAC, 2010), dando la calificación de este criterio por medio de un árbol de decisión.</p> <p>La clase de aptitud en el criterio condiciones de enraizamiento se abordó tomando las tres variables (profundidad efectiva, pedregosidad y textura), combinando los rangos de aptitud de una de las variables con los rangos de las otras dos variables y tomando la decisión de aptitud por el rango más limitante o sopesando la variable que tenga mayor importancia, de acuerdo con la experiencia del profesional a cargo. A manera de ejemplo:</p> <p>Profundidad efectiva > 100 cm = A1, pedregosidad (no pedregoso) = A1, textura muy fina = A3. En este caso, en el árbol de decisión la variable más limitante es la clase textural con aptitud baja (A3), entonces la calificación final de aptitud es A3.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de este criterio se realizó a partir de la evaluación individual de cada una de las variables y luego se utilizó un árbol de decisión que se presenta a continuación:

Variable	A1	A2	A3	N1
Profundidad efectiva (cm)	> 100	75-100	50-75	< 50
Pedregosidad	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
Textura	Medias y gruesas	Finas	Muy finas	-

Árbol de decisión del criterio

Profundidad efectiva (cm)	Textura	Pedregosidad	Aptitud
> 100	Medias y gruesas	No pedregoso	A1
		Pedregoso	A2
	Finas	No pedregoso	A1
		Pedregoso	A2
	Muy finas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A3
75-100	Medias y gruesas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A2
	Finas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A2
	Muy finas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A3
50-75	Medias y gruesas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A3
	Finas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A3
	Muy finas	No pedregoso	A2
		Pedregoso	A3
< 50	Cualquiera	Cualquiera	N1

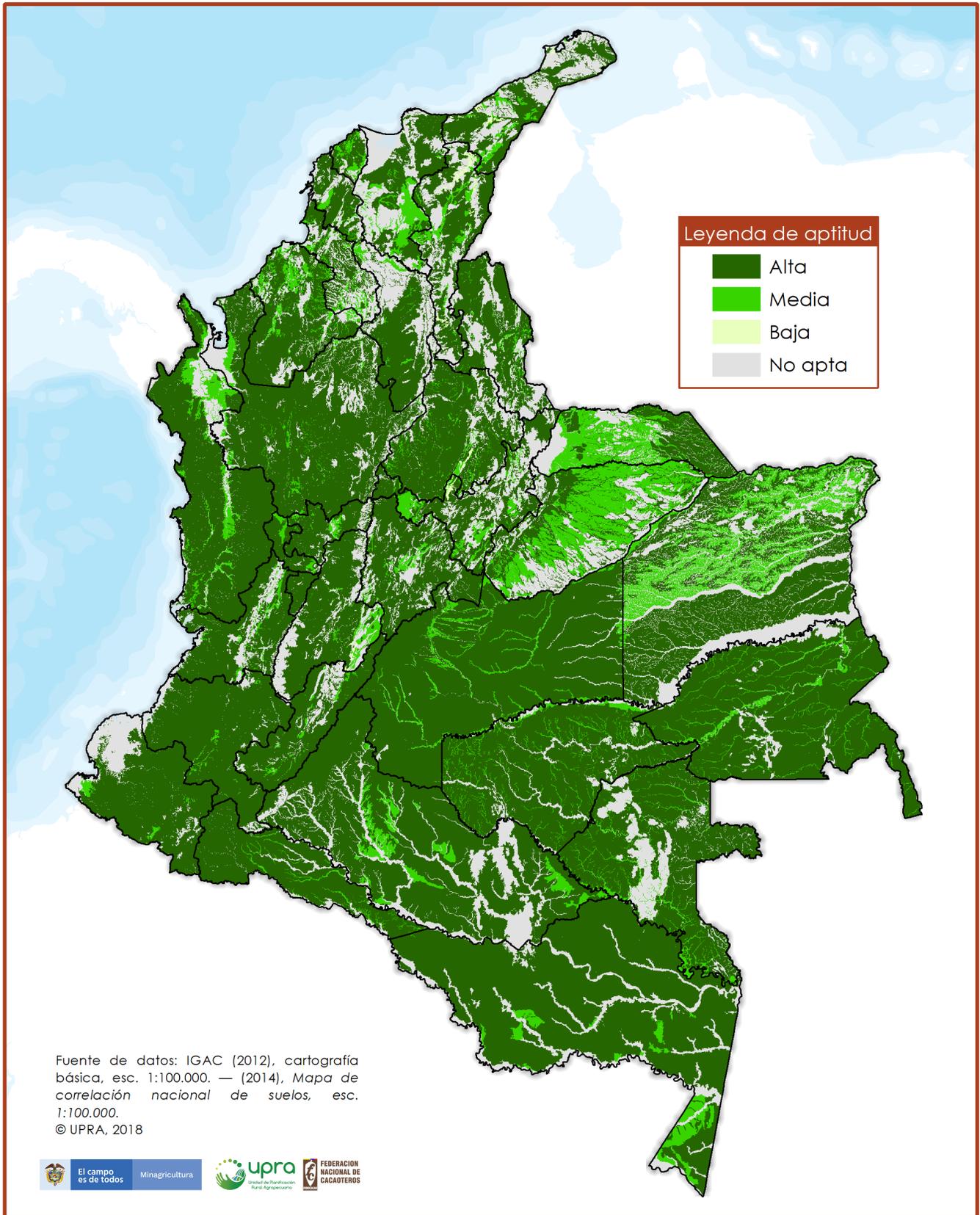
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Modelo digital de terreno*, resolución espacial 90 m.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

1.2.1. Variable profundidad efectiva

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE																
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO															
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO																
VARIABLE: PROFUNDIDAD EFECTIVA	UNIDAD DE MEDIDA: cm															
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√														
	Análisis jerárquico	√														
	Exclusión legal															
	Condicionante															
DEFINICIÓN																
<p>Espacio en el que las raíces de las plantas pueden penetrar sin mayores restricciones, para conseguir el agua y los nutrientes indispensables. La profundidad efectiva radicular 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:</p>																
Clases por profundidad efectiva																
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Profundidad (cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muy superficial</td> <td>< 25</td> </tr> <tr> <td>Superficial</td> <td>25-50</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente superficial</td> <td>50-75</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente profunda</td> <td>75-100</td> </tr> <tr> <td>Profunda</td> <td>100-150</td> </tr> <tr> <td>Muy profunda</td> <td>> 150</td> </tr> </tbody> </table>			Clase	Profundidad (cm)	Muy superficial	< 25	Superficial	25-50	Moderadamente superficial	50-75	Moderadamente profunda	75-100	Profunda	100-150	Muy profunda	> 150
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																
<p>El sistema radicular del cacaotero consta de una raíz principal pivotante, a partir de la cual crecen raíces secundarias. Un 80 % del total están dispuestas en los primeros 30 cm de suelo (Miyaji <i>et al.</i>, 1997). Debido a esta distribución, se considera que el cacao debe tener una profundidad efectiva mayor a 100 cm libres de fragmentos gruesos, contactos líticos y presencia de horizontes argílicos o compactados.</p> <p>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. Esta es una variable básica en la selección de las áreas para el establecimiento de los cultivos comerciales de cacao, debido a que de esto depende el buen desarrollo vegetativo para la obtención de óptimas cosechas.</p>																
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																
<p>Se definieron las profundidades efectivas menores a 50 cm como no aptas para el establecimiento del cultivo comercial de cacao, debido a que a estas profundidades hay restricciones tanto en la exploración de agua y nutrientes como para un buen anclaje de las raíces, que se refleje en una óptima producción.</p>																
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones, por lo tanto, se califica la profundidad del componente que ocupa la mayor área dentro de la unidad; esto quiere decir que en la misma existen algunos sectores con diferentes profundidades efectivas diferentes a la calificada, que no se representan espacialmente.</p>																

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de profundidad efectiva se obtuvieron a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), que corresponde con los límites de variación de las clases de profundidad antes descritos (IGAC, 2010), dando la calificación de profundidad a los mayores componentes taxonómicos dentro de la unidad cartográfica de suelos.

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y los estudios de Fedecacao y el Minagricultura, se determinaron como zonas con aptitud alta los suelos con profundidad > 100 cm; media, entre 75 y 100 cm; baja, entre 50 y 75 cm, excluyendo las profundidades < 50 cm, por no tener profundidad suficiente para soportar el anclaje de las plantas de cacao, retardando su desarrollo y haciéndolas susceptibles al volcamiento. El criterio para discriminar las diferentes profundidades con el nivel de aptitud radica en que a medida que la profundidad disminuye se reduce el área de exploración de agua y nutrientes, por lo tanto, disminuye la producción hasta no ser rentable.

En la determinación de los rangos de aptitud de la profundidad efectiva radicular de los suelos, desde el punto de vista físico, se tuvieron en cuenta las limitaciones absolutas como la presencia de roca continua y compacta, y la profundidad del nivel freático, que es claro que puede mejorarse con la construcción de drenajes, dado que otras como los horizontes argílicos y compactados pueden ser mejorados, como en efecto se está haciendo con subsoladores.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Profundidad efectiva (cm)	Aptitud
Profunda y muy profunda (> 100)	A1
Moderadamente profunda (75-100)	A2
Moderadamente superficial (50-75)	A3
Superficial y muy superficial (< 50)	N1

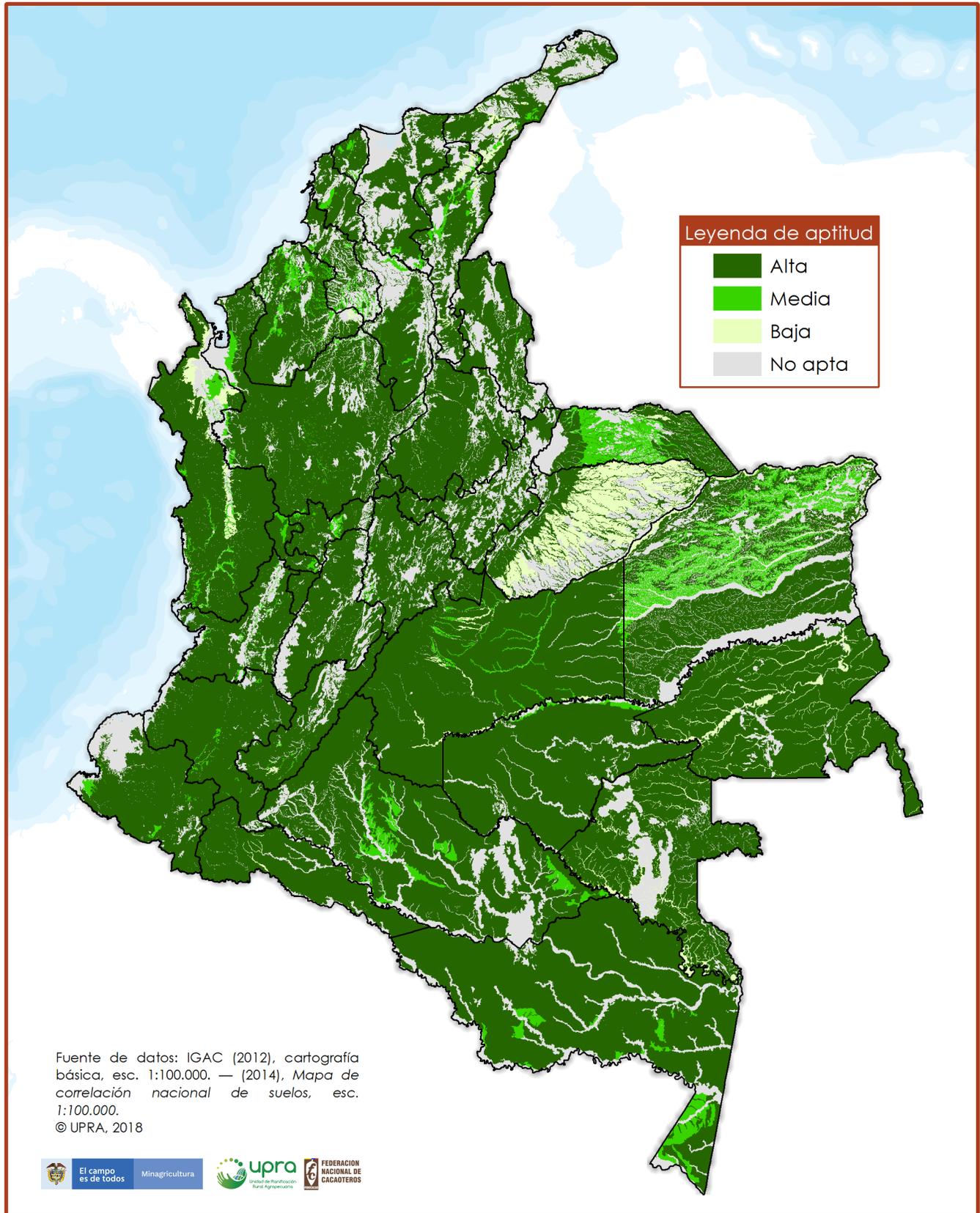
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*, escala 1:100.000.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE PROFUNDIDAD EFECTIVA
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

1.2.2. Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE																
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO															
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO																
VARIABLE: PEDREGOSIDAD	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)															
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	√														
	Condicionante															
	Exclusión técnica	√														
	Exclusión legal															
DEFINICIÓN																
<p>Cantidad de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con Soil Management Support Services (SMSS) (1985), los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Según los mismos autores, los fragmentos se reconocen por su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. Para fines prácticos de manejo de suelos, se ha tomado la dimensión de fragmentos de roca > 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques.</p> <p>Clases por volumen de fragmentos rocosos en el perfil de suelo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Volumen (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No hay</td> <td>< 3</td> </tr> <tr> <td>Pocos</td> <td>3-15</td> </tr> <tr> <td>Frecuentes</td> <td>15-35</td> </tr> <tr> <td>Abundantes</td> <td>35-60</td> </tr> <tr> <td>Extremadamente abundantes</td> <td>60-90</td> </tr> <tr> <td>Fragmentoso</td> <td>≥ 90</td> </tr> </tbody> </table>			Clase	Volumen (%)	No hay	< 3	Pocos	3-15	Frecuentes	15-35	Abundantes	35-60	Extremadamente abundantes	60-90	Fragmentoso	≥ 90
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																
<p>Los fragmentos de roca son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de cacao, por tener influencia en el almacenamiento del agua y la infiltración, y por disminuir el volumen de material de suelo que las raíces pueden penetrar y que provee de nutrientes a las plantas.</p>																
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																
<p>No hay valor de exclusión para la variable. No obstante, se establece que las áreas donde hay fragmentos de roca > 35 % (fase pedregosa) presentan aptitud marginal, debido a que el volumen de material del suelo es muy poco para proveer de nutrientes y de agua a la planta de cacao porque presenta un limitado desarrollo de su sistema de raíces.</p>																
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																
<p>La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología, pues solamente aparecen fase pedregosa y sin fase pedregosa. No se encuentran los rangos de pedregosidad propuestos para esta zonificación: < 20 % (baja), 20-50 % (media), 50-90 % (alta) y > 90 % (muy alta).</p>																
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																
<p>Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013). Es importante aclarar que la variable de pedregosidad se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa o sin fase pedregosa, pero no especificando los rangos propuestos en este documento.</p>																

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y los estudios de Fedecacao y el Minagricultura, se determinaron como zonas con aptitud alta los suelos con presencia de fragmentos gruesos < 20 % por volumen; moderada, entre 25-50 % por volumen y aptitud marginal; entre 50 y 90 % por volumen, excluyendo la presencia > 90 % por volumen de fragmentos de roca, por no tener volumen suficiente de suelo para soportar el anclaje de las plantas de cacao, lo que retarda su desarrollo y las hace susceptibles al volcamiento.

Rangos de aptitud: se toma la fase pedregosa (normalmente > 35 %) como aptitud marginal (A3) y las unidades de suelos sin fase de pedregosidad como aptitud alta (A1), así:

Clase de pedregosidad por volumen	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*, escala 1:100.000.
- Soil Management Support Services (SMSS). (1985). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. (A. Van Wambeke, & T. Forbes, Edits.) Washington, Estados Unidos: SMSS. Recuperado de <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAY544.pdf>.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2014), *Mapa de correlación nacional de suelos*, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2018



El campo es de todos

Minagricultura



FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS

VARIABLE PEDREGOSIDAD
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

1.2.3. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE LA VARIABLE														
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO													
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO														
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO														
ARIBLE: TEXTURA	UNIDAD DE MEDIDA: Clase textural													
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica													
	Análisis jerárquico	√												
	Exclusión legal													
	Condicionante													
DEFINICIÓN														
<p>Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción final del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002). Las clases texturales de acuerdo con el triángulo textural (IGAC, 2008), se consignan en el cuadro que se muestra a continuación.</p>														
Clases texturales														
<table border="1"> <tr><td>Arenosa</td></tr> <tr><td>Arenosa franca</td></tr> <tr><td>Franco arenosa</td></tr> <tr><td>Franca</td></tr> <tr><td>Franco limosa</td></tr> <tr><td>Limosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillo arenosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillo limosa</td></tr> <tr><td>Arcillo arenosa</td></tr> <tr><td>Arcillo limosa</td></tr> <tr><td>Arcillosa</td></tr> </table>			Arenosa	Arenosa franca	Franco arenosa	Franca	Franco limosa	Limosa	Franco arcillo arenosa	Franco arcillosa	Franco arcillo limosa	Arcillo arenosa	Arcillo limosa	Arcillosa
Arenosa														
Arenosa franca														
Franco arenosa														
Franca														
Franco limosa														
Limosa														
Franco arcillo arenosa														
Franco arcillosa														
Franco arcillo limosa														
Arcillo arenosa														
Arcillo limosa														
Arcillosa														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO														
<p>Propiedad física que se usa para evaluar otras propiedades como la capacidad de intercambio catiónico, la permeabilidad, la capacidad para retener agua y los índices de plasticidad; en taxonomía, como parámetro para clasificar los suelos, y en conservación, para evaluar la cantidad de suelo perdido. También se relaciona con la porosidad, donde el espacio entre partículas permite que circule el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.</p>														
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO														
<p>Debido a que la planta de cacao puede desarrollarse en cualquier textura (aunque con diferentes rendimientos), no se considera que alguna clase de ellas sea excluida.</p>														

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 que dificulta su calificación; el criterio utilizado se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no es posible reflejar en la calificación de la unidad, dada la escala que se determinó para la presente zonificación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información base para determinar la textura asociada a las unidades de tierra fue el mapa integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, realizado por el IGAC. A partir de esta base de datos se realizó una reclasificación de acuerdo con los rangos definidos. Posteriormente, se realizaron ajustes en las unidades de suelos según su taxonomía y la experiencia del equipo de trabajo de la UPRA.

Esta variable se definió con base en los requerimientos del cultivo del cacaotero consultados a los diferentes gremios y productores, y su relación con el crecimiento y buen desarrollo vegetativo durante su ciclo de producción.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las diferentes clases texturales del suelo se agruparon en gruesas, medias, finas y muy finas. Los grupos de texturas gruesas y medias se determinaron con aptitud alta (A1), debido a que a este grupo pertenecen las clases franca, franco limosa, limosa, franco arcillo limosa, franco arcillo arenosa, franco arcillosa, franco arenosa y arenosa con proporciones adecuadas de partículas (arcillas, limos y arenas), en donde el cultivo de cacao puede obtener un mejor desarrollo, sin implicar mayores adecuaciones al suelo que aumenten los costos en el establecimiento y el mantenimiento del cultivo.

El grupo de texturas finas se establece con aptitud moderada (A2) debido a que las clases que integran este grupo textural (arcillosa, arcillo arenosa y arcillolimosa) presentan baja permeabilidad, dificultan el movimiento del agua en suelo y por lo tanto favorecen los encharcamientos, lo que ocasiona problemas en la disponibilidad de oxígeno y, en épocas secas, endurecimiento del suelo. El grupo textural muy finas se determina con aptitud marginal (A3), debido a que a este grupo pertenece la clase textural arcillosa, con más del 60 % de arcilla. Al igual que en el anterior, hay baja permeabilidad y poco movimiento del agua en el suelo, lo que aumenta los problemas de encharcamiento (zonas planas), la disponibilidad de oxígeno y favorece movimientos en masa en zonas de ladera.

Rangos de aptitud

Clase textural	Grupo textural	Aptitud
Arenosa franca (AF), arenosa (A), franco arenosa (FA)	Gruesas	A1
Franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FArL), franco arcillo arenosa (FArA), franco arcillosa (FAr)	Medias	
Arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL)	Finas	A2
Ar > 60 % de contenido de arcilla	Muy finas	A3

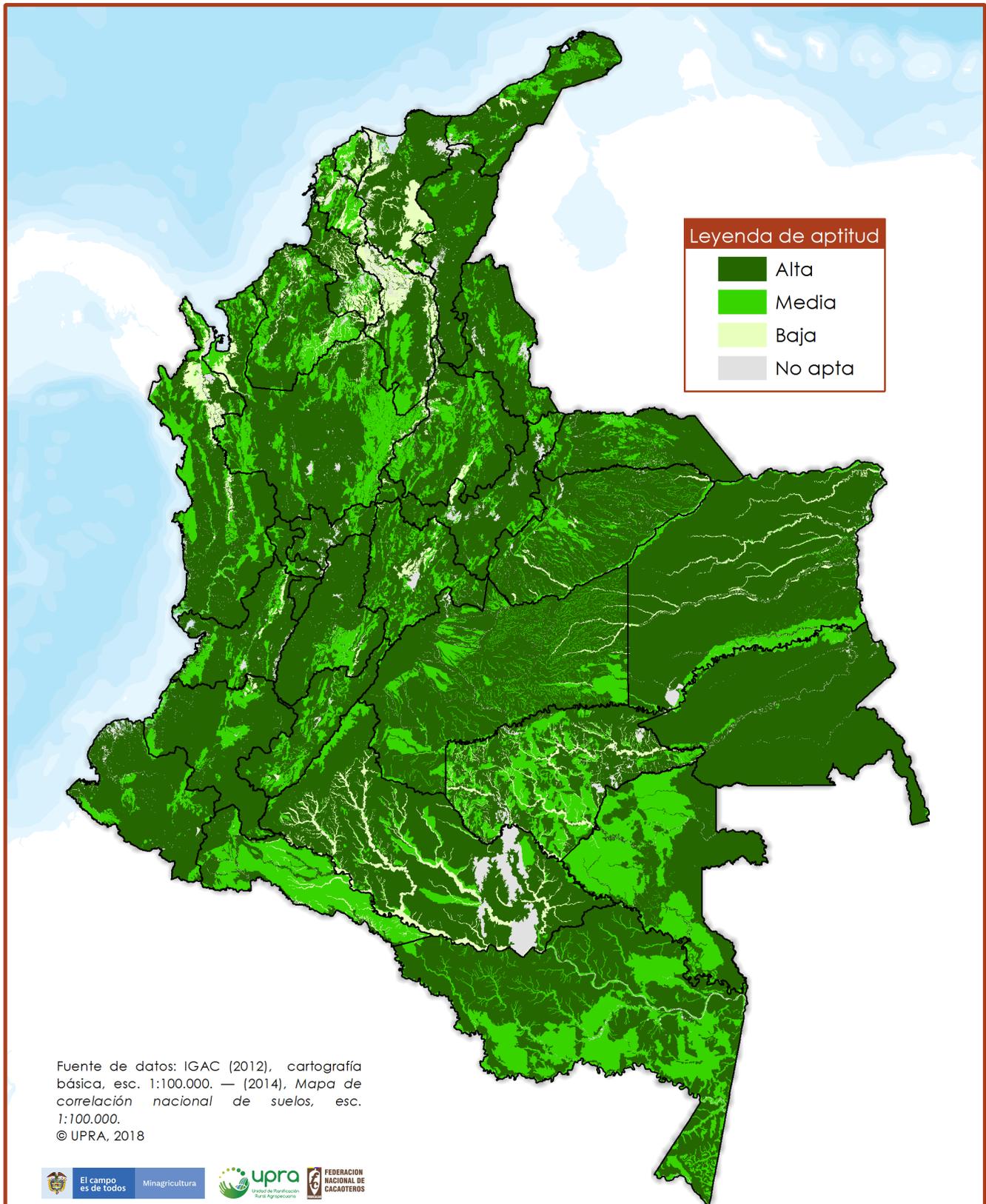
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- (2013). *Mapa de geopedología de Colombia*, escala 1:100.000.
- (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*, escala 1:100.000.
- Ingeominas. (2002). *Revisión estado del conocimiento. Informe final*, Subdirección de amenazas geoambientales.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE TEXTURA
CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

1.3. CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: CAPACIDAD DE LABOREO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Pendiente, expresada en porcentaje (%).</p> <p>Textura, expresada como grupo de clases texturales.</p> <p>Pedregosidad, expresada en porcentaje (%).</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Facilidad o dificultad de un terreno en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de cacao implica el uso de maquinaria para la limpieza, la remoción y el laboreo de la tierra. Está en función de la pendiente, la clase textural de la capa arable y la presencia de pedregosidad en la superficie y dentro del perfil. La combinación de estas características determina la aptitud para el laboreo del cultivo.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>La capacidad de laboreo es un criterio fundamental en el establecimiento de plantaciones de cacao, ya que integra las variables de pendiente, textura y pedregosidad, cuyos límites de variación harán más fácil o más difícil el uso de maquinaria o herramientas para las diferentes actividades culturales durante el ciclo del cultivo.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de capacidad de laboreo se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo de cacao son la pendiente > 75 % y la pedregosidad > 90 %.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>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 unidad existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes. La pedregosidad no se encuentra en los rangos considerados, excepto si tiene fase de pedregosidad, lo cual implica que es > 35 %.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 2,6 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>La información para las tres variables que conforman este criterio se obtuvieron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) que corresponde a los límites de variación de la pendiente, la fase de pedregosidad y las clases texturales (IGAC, 2010); la calificación de este criterio se generó por medio de un árbol de decisión.</p> <p>Para la pedregosidad no se pueden calificar los rangos propuestos, se asume que cuando no hay fase, su contenido es < 35 % (su calificación es A1) y cuando hay fase pedregosa, el contenido es > 35 % (su calificación es A3).</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de este criterio se realizó a partir de la evaluación individual de cada una de las variables y luego se utilizó un árbol de decisión que se presenta a continuación:

Pendiente (%)	Aptitud	Textura	Aptitud	Pedregosidad (%)	Aptitud
Plana a fuertemente ondulada (< 25)	A1	Medias	A1	Sin fase de pedregosidad	A1
Fuertemente quebrada (25-50)	A2	Gruesas	A2	-	-
Ligeramente escarpada (50-75)	A3	Finas, muy finas, suelos orgánicos	A3	Con fase de pedregosidad	A3
Fuertemente escarpada (> 75)	N1				

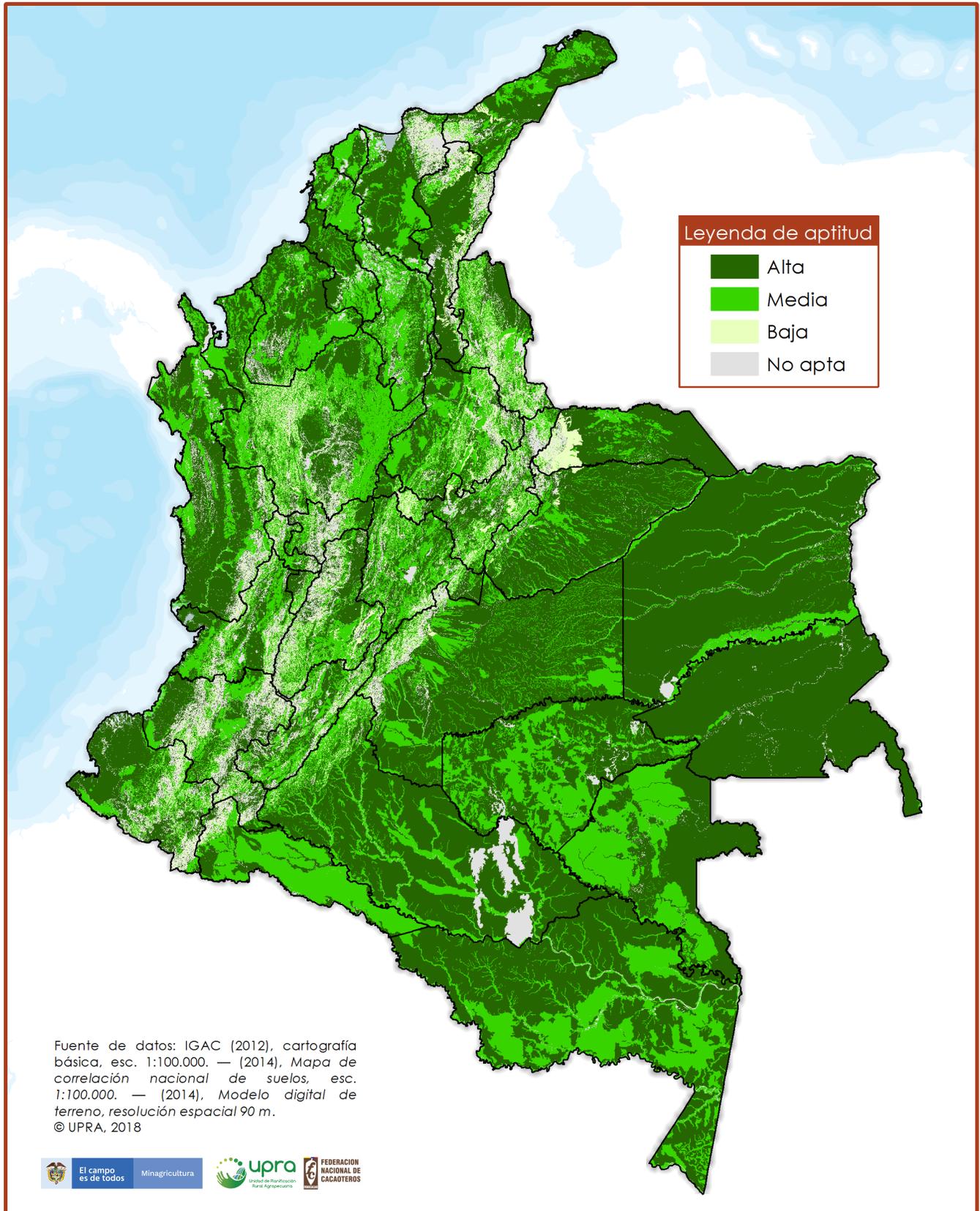
Pendiente (%)	Textura	Pedregosidad (%)	Aptitud
< 25	Medianas	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A2
	Gruesas	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A3
	Finas, muy finas, suelos orgánicos	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
25-50	Medianas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Gruesas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Finas, muy finas, suelos orgánicos	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
50-75	Medianas	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
	Gruesas	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
	Finas, muy finas, suelos orgánicos	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	N1
> 75	Medianas	Sin fase de pedregosidad	N1
		Con fase de pedregosidad	N1
	Gruesas	Sin fase de pedregosidad	N1
		Con fase de pedregosidad	N1
	Finas, muy finas, suelos orgánicos	Sin fase de pedregosidad	N1
		Con fase de pedregosidad	N1



FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Modelo digital de terreno*, resolución espacial 90 m.
- Zúñiga, H. (2010). *La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

1.3.1. Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE																						
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO																				
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																						
<p>Inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales o centesimales, o porcentaje, y en términos trigonométricos corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.</p> <p>La pendiente de un terreno se calcula como gradiente de manera estricta o, en sentido amplio, como una forma sintética del relieve (USDA, 2010). El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se manejó de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010), según el siguiente cuadro:</p>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase simple</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A nivel</td> <td>0-1</td> </tr> <tr> <td>Plana</td> <td>0-3</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente plana</td> <td>1-3</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente inclinada</td> <td>3-7</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente inclinada</td> <td>7-12</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente inclinada</td> <td>12-25</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente escarpada o ligeramente empinada</td> <td>25-50</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente escarpada o moderadamente empinada</td> <td>50-75</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente escarpada o fuertemente empinada</td> <td>> 75</td> </tr> </tbody> </table>		Clase simple	%	A nivel	0-1	Plana	0-3	Ligeramente plana	1-3	Ligeramente inclinada	3-7	Moderadamente inclinada	7-12	Fuertemente inclinada	12-25	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25-50	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	> 75	
Clase simple	%																					
A nivel	0-1																					
Plana	0-3																					
Ligeramente plana	1-3																					
Ligeramente inclinada	3-7																					
Moderadamente inclinada	7-12																					
Fuertemente inclinada	12-25																					
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25-50																					
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75																					
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	> 75																					
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																						
<p>La pendiente es una variable determinante en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de cacao. En condiciones de sistema agroforestal se recomiendan pendientes hasta del 25 %; de aquí en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno se dificultan las prácticas culturales, tanto para el establecimiento como para el manejo del cultivo.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, es muy importante tener en cuenta esta variable en la zonificación de este cultivo, para evitar movimientos en masa y pérdida de suelo por erosión, donde las pendientes son escarpadas (> 75 %).</p>																						
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																						
<p>Las pendientes > 75 % se excluyen para el cultivo comercial de cacao, debido a que esta clase de pendiente pertenece a la clase VIII por capacidad de uso y su uso principal es la conservación.</p>																						
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																						
<p>El proceso de generación del mapa de pendientes se basó en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM de 30 m y el modelo de elevación. El nivel de aproximación no muestra con claridad en el mapa las pendientes fuertes, especialmente las mayores del 50 %.</p>																						

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso utilizado para la generación de la capa de pendientes por rangos fue automatizado por medio del uso de funciones de SIG, a partir de DEM SRTM de 30 m. Se usaron los rangos tradicionales utilizados por el IGAC para los estudios de suelos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Clase de pendiente (%)	Aptitud
Plana a fuertemente inclinada (< 25)	A1
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50)	A2
Moderadamente escarpada (50-75)	A3
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada (> 75)	N1

Unidad de análisis

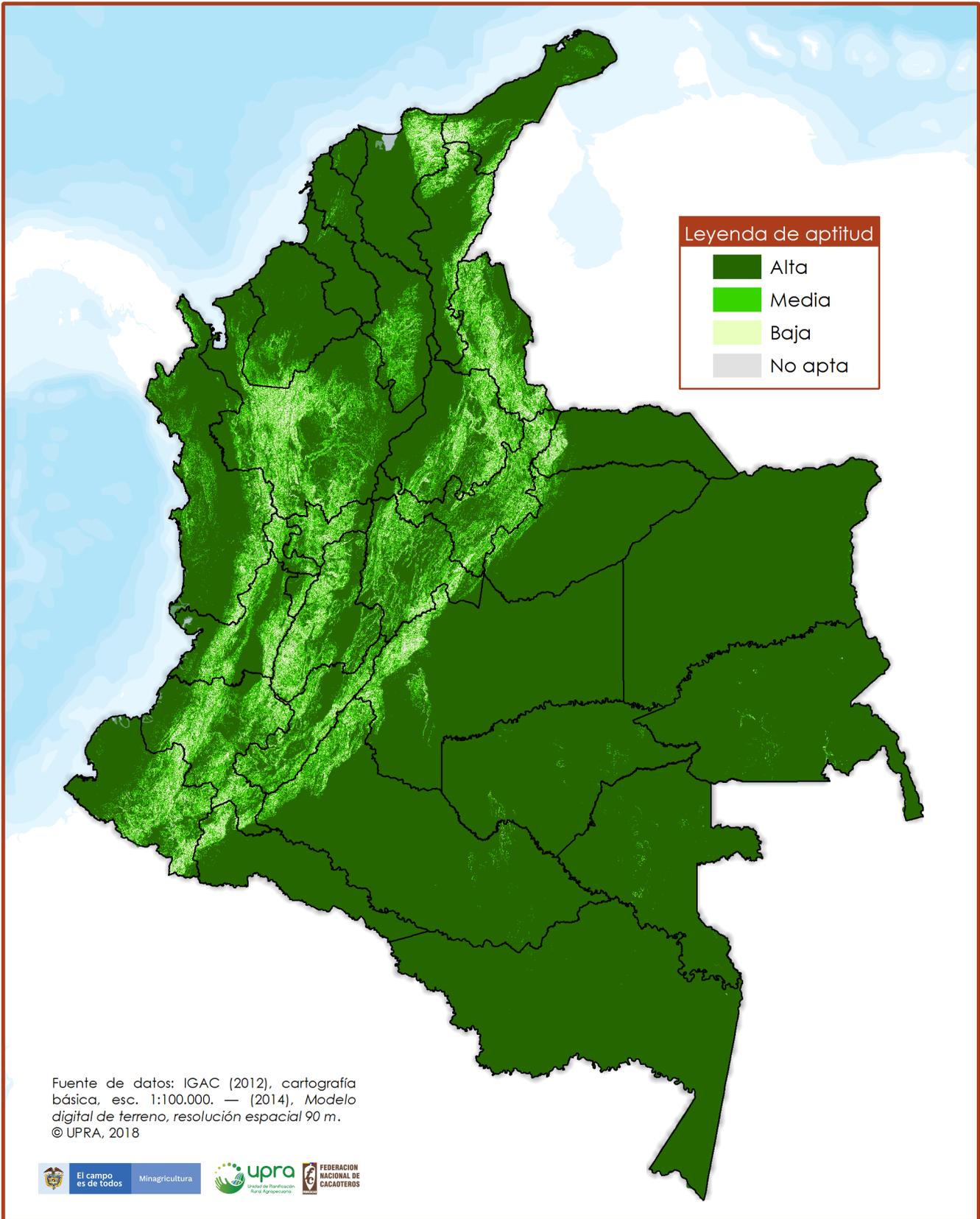
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. 119 pp.
- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*.
- Zúñiga, H. (2010). *La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE PENDIENTE
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

1.3.2. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE														
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO												
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO														
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO														
VARIABLE: TEXTURA		UNIDAD DE MEDIDA: Categoría												
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica													
	Análisis jerárquico	√												
	Exclusión legal													
	Condicionante													
DEFINICIÓN														
<p>Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002). Las clases texturales, de acuerdo con el triángulo textural (IGAC, 2008), se consignan en el siguiente cuadro:</p>														
Clases texturales														
<table border="1"> <tr><td>Arenosa</td></tr> <tr><td>Arenosa franca</td></tr> <tr><td>Franco arenosa</td></tr> <tr><td>Franca</td></tr> <tr><td>Franco limosa</td></tr> <tr><td>Limosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillo arenosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillo limosa</td></tr> <tr><td>Arcillo arenosa</td></tr> <tr><td>Arcillo limosa</td></tr> <tr><td>Arcillosa</td></tr> </table>			Arenosa	Arenosa franca	Franco arenosa	Franca	Franco limosa	Limosa	Franco arcillo arenosa	Franco arcillosa	Franco arcillo limosa	Arcillo arenosa	Arcillo limosa	Arcillosa
Arenosa														
Arenosa franca														
Franco arenosa														
Franca														
Franco limosa														
Limosa														
Franco arcillo arenosa														
Franco arcillosa														
Franco arcillo limosa														
Arcillo arenosa														
Arcillo limosa														
Arcillosa														
<p>La textura es una propiedad física que se usa como variable para evaluar otras propiedades del suelo como la capacidad de intercambio catiónico, la permeabilidad, la capacidad para retener agua y los índices de plasticidad; en taxonomía, como parámetro para clasificar los suelos, y en conservación, para evaluar la cantidad de suelo perdido. También se relaciona con la porosidad, donde el espacio entre partículas permite que circule el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.</p>														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO														
<p>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 son de relación 2:1), los suelos arenosos desgastan los filos de las herramientas y no facilitan la construcción de surcos o drenajes.</p> <p>Esta variable se define con base en el comportamiento de la textura para el manejo del suelo, especialmente lo relacionado con la pegajosidad y la susceptibilidad a la compactación.</p>														
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO														
<p>No se consideró exclusión por textura para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao, ya que las clases texturales presentan diferentes grados de dificultad, pero en todas se pueden desarrollar actividades para el cultivo.</p>														

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 que dificulta su calificación; el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no es posible reflejar en la calificación de la unidad, dada la escala que se determinó para la presente zonificación.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se definió con base en las mejores condiciones texturales para manejar los suelos en el cultivo de cacao consultadas al gremio y los productores, y su relación con el crecimiento y buen desarrollo durante su ciclo de producción.

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra fue el mapa integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, realizado por el IGAC. A partir de esta base de datos se realizó una reclasificación de acuerdo con los rangos definidos.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las diferentes clases texturales del suelo se agruparon en gruesas, medias, finas y muy finas.

Los grupos texturales establecidos como medias se determinaron con aptitud alta (A1), debido a que este grupo pertenecen las clases franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FARL), franco arcillo arenosa (FARa), franco arcillosa (FAR), con proporciones adecuadas de partículas (arcillas, limos y arenas), en donde las prácticas de laboreo que se realicen se pueden hacer satisfactoriamente, sin implicar deterioro o daños a las propiedades físicas del suelo; en el grupo textural gruesas, aptitud moderada (A2), debido a que las clases que integran este grupo textural son arenosa (A), arenosa franca (AF), franco arenosa (FA), las cuales presentan altos contenidos de arenas, que al usar maquinaria se destruye la estructura del suelo que apenas comienza a formarse.

El grupo de texturas muy finas y finas se establece con aptitud marginal (A3) debido a que a este grupo textural pertenecen las clases arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL) y arcillosa con más del 60 % de arcilla. En este caso se dificultan las prácticas laboreo porque los suelos de estas clases texturales son muy pegajosos y plásticos, y para lograr buenas prácticas de laboreo se deben seleccionar épocas en que el suelo tenga un contenido de humedad adecuado.

La variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Clase textural	Grupo textural	Aptitud
Franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FARL), franco arcillo arenosa (FARa), franco arcillosa (FAR)	Medias	A1
Arenosa franca (AF), arenosa (A), franco arenosa (FA)	Gruesas	A2
Arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL)	Finas	A3
Ar > 60 % de contenido de arcilla	Muy finas, suelos orgánicos	

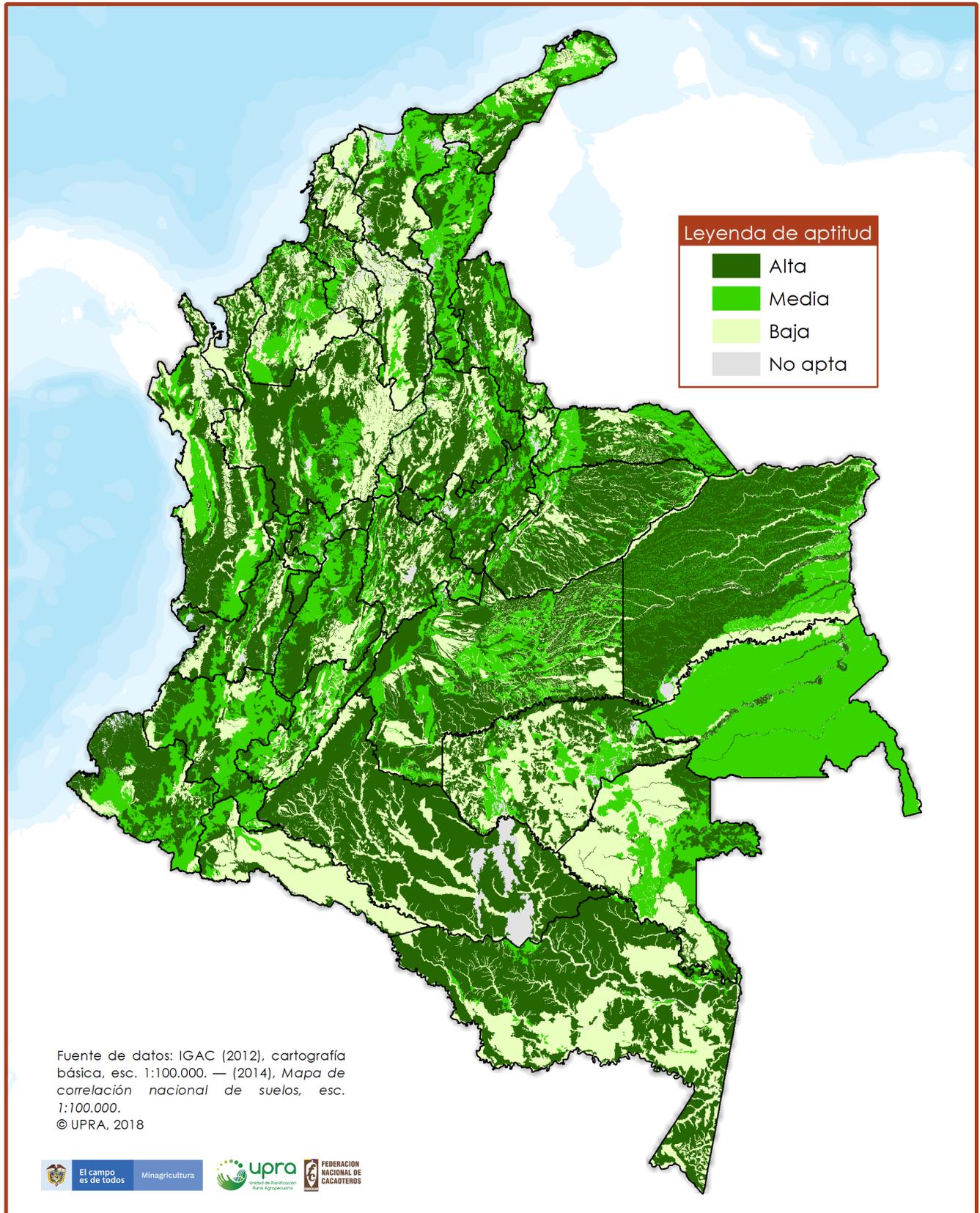
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- : IGAC (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC. 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- Ingeominas. (2002). *Revisión estado del conocimiento. Informe final, Subdirección de amenazas geoambientales*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE TEXTURA
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

1.3.3. Variable pedregosidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE																		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO																
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO																		
VARIABLE: PEDREGOSIDAD	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)																	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica																	
	Análisis jerárquico	√																
	Exclusión legal																	
	Condicionante																	
DEFINICIÓN																		
<p>Cantidades de fragmentos de roca presentes en el suelo. De acuerdo con Soil Management Support Services (SMSS) (1985), los fragmentos de roca son trozos sueltos de roca de 2 mm de diámetro o mayores. Según los mismos autores, los fragmentos se reconocen por su tamaño como grava, guijarro, piedra y bloques. Para fines prácticos de manejo de suelos se toma la dimensión de fragmentos de roca > 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques.</p> <p>Clases por recubrimiento de fragmentos rocosos en la superficie de suelo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase</th> <th>Superficie cubierta en %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No hay</td> <td>≤ 0,1</td> </tr> <tr> <td>Poca</td> <td>0,1-3</td> </tr> <tr> <td>Mediana</td> <td>3-15</td> </tr> <tr> <td>Abundante</td> <td>15-50</td> </tr> <tr> <td>Muy abundante</td> <td>50-90</td> </tr> <tr> <td>Miscelánea</td> <td>> 90</td> </tr> <tr> <td>Pedregosa</td> <td>> 15</td> </tr> </tbody> </table>			Clase	Superficie cubierta en %	No hay	≤ 0,1	Poca	0,1-3	Mediana	3-15	Abundante	15-50	Muy abundante	50-90	Miscelánea	> 90	Pedregosa	> 15
Clase	Superficie cubierta en %																	
No hay	≤ 0,1																	
Poca	0,1-3																	
Mediana	3-15																	
Abundante	15-50																	
Muy abundante	50-90																	
Miscelánea	> 90																	
Pedregosa	> 15																	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																		
<p>Los fragmentos de roca sobre la superficie del suelo son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de cacao porque interfiere negativamente en las prácticas de laboreo, cuando se usa maquinaria o implementos manuales, y también porque afecta la densidad de siembra del cultivo.</p>																		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																		
<p>No hay valor de exclusión para la variable. No obstante, se establece que las áreas donde hay fragmentos de roca > 35 % (fase pedregosa) presentan aptitud marginal, debido a que el volumen de material del suelo es muy poco para proveer de nutrientes y de agua a la planta de cacao porque presenta un limitado desarrollo de su sistema de raíces.</p>																		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																		
<p>La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología, ya que solamente aparecen fase pedregosa y no pedregosa. No se encuentran los rangos de pedregosidad propuestos para esta zonificación: < 20 % (baja), 20-50 % (media), 50-90 % (alta) y > 90 % (muy alta).</p>																		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																		
<p>Las clases de pedregosidad se obtuvieron a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013). Es importante aclarar que la variable de pedregosidad se tomó únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, fase pedregosa (se asume un contenido > 35 %) y no pedregosa (cantidades < 35 %), pero no especificando los rangos propuestos en este documento.</p>																		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y los estudios de Fedecacao y el Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta los suelos con presencia de fragmentos gruesos < 20 % por volumen; moderada, entre 25-50 % por volumen, y aptitud marginal, entre 50-90 % por volumen. Se excluye la presencia > 90 % de pedregosidad por volumen, por no tener cantidad suficiente de suelo para soportar el anclaje de las plantas de cacao, lo que retarda su desarrollo y las hace susceptibles al volcamiento.

Por lo tanto, se tomará la fase pedregosa como marginal y sin fase pedregosa como aptitud alta, así:

Rangos de aptitud

Clase de pedregosidad por volumen	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	A3

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- Soil Management Support Services (SMSS). (1985). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. (A. Van Wambeke, & T. Forbes, Edits.) Washington, Estados Unidos: SMSS. Recuperado de <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAY544.pdf>.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE PEDREGOSIDAD
CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

1.4. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Régimen de humedad, expresado como categoría.</p> <p>Textura, expresada como clases texturales.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Capacidad que tienen los suelos para aportar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo. Se relaciona con el contenido y el 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.</p> <p>El criterio se define como la interacción del régimen de humedad y la clase textural de los suelos; el régimen de humedad está definido en términos del nivel freático y por la presencia o ausencia de agua retenida a una tensión < 1500 kPa en la sección control de la humedad.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>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 artificial, 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 comerciales de cacao.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Se ha considerado que los regímenes de humedad perácuico y arídico no presentan condiciones para establecer cultivos comerciales de cacao, el primero, por presentar excesos durante todo el año y el segundo, por las deficiencias hídricas.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>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 la unidad existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 10,9 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>La calificación de rangos de aptitud se determinó a partir de la relación entre el régimen de humedad de los suelos y los grupos texturales (gruesas, medias, finas y muy finas), como propiedades que se aproximan a la disponibilidad de agua, a la escala de trabajo 1:100.000.</p> <p>La determinación de la aptitud en el criterio se llevó a cabo con las variables régimen de humedad y grupos texturales, combinando sus rangos de aptitud y tomando la decisión por el rango más limitante. Por ejemplo: régimen de humedad údico = A1, texturas medias = A2. En este caso, en el árbol de decisión la variable más limitante es el grupo textural de texturas medias con aptitud A2; entonces, la calificación final de aptitud es A2.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de humedad se extractaron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), que da la calificación técnicamente considerada en cada una de las variables. Los suelos orgánicos (histosoles) se califican como A1 debido a la alta retención de humedad.

Disponibilidad de humedad

Régimen de humedad	Textura	Aptitud
Údico	Finas, muy finas, suelos orgánicos	A1
	Medias	A2
	Gruesas	A3
Ústico	Finas, muy finas, suelos orgánicos	A2
	Medias	A2
	Gruesas	A3
Ácuico	Finas, muy finas, suelos orgánicos	A3
	Medias	A3
	Gruesas	A3
Perácuico	Cualquiera	N1
Árido	Cualquiera	N1

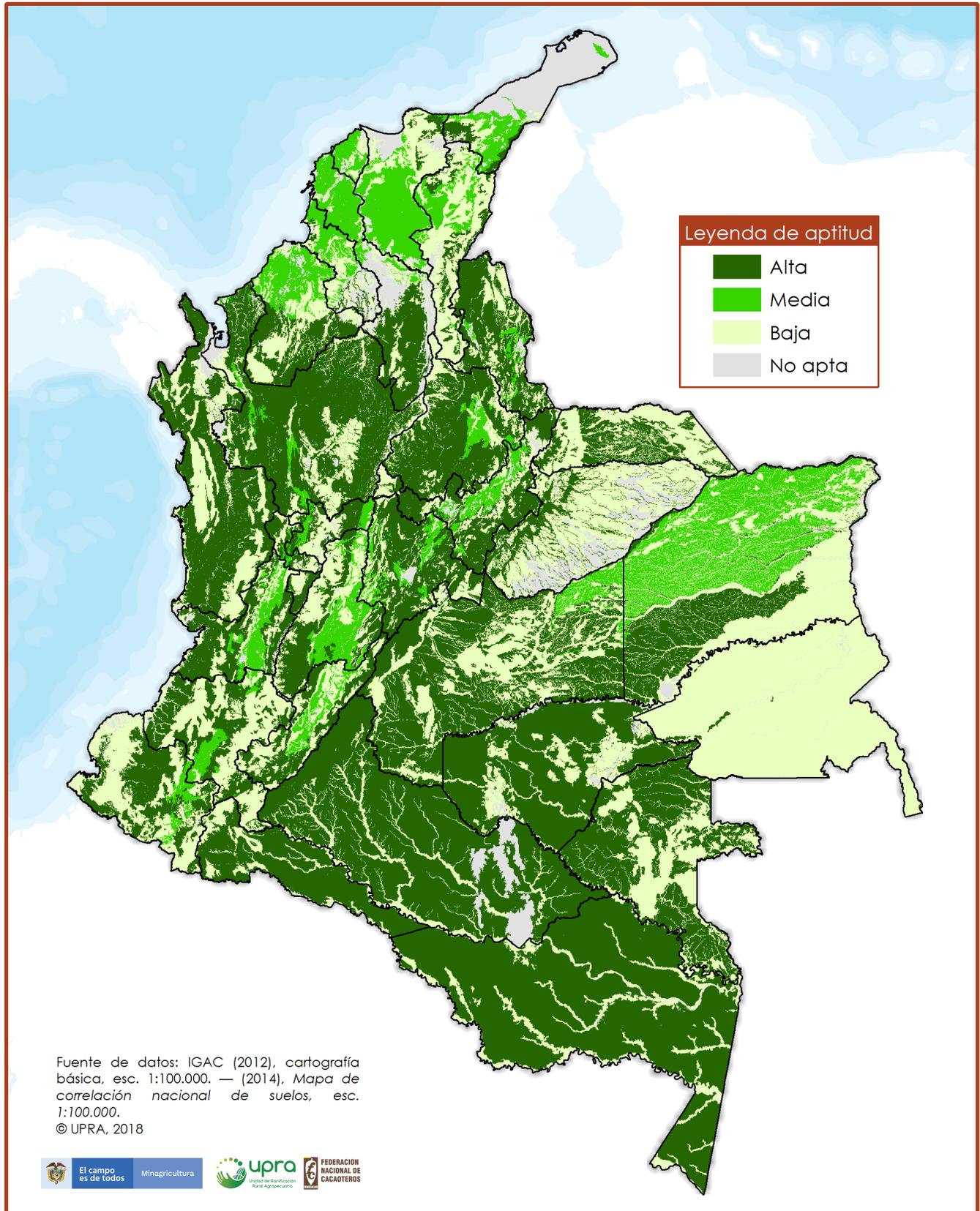
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos*, escala 1:100.000.
- -. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

1.4.1. Variable régimen de humedad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
VARIABLE: RÉGIMEN DE HUMEDAD	UNIDAD DE MEDIDA: Categoría	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Nivel de agua subterránea y presencia o ausencia de agua retenida a una tensión inferior a 1500 kPa en la sección de control (Soil Survey Staff, 2014).</p> <p>Údico: del latín <i>udus</i>, húmedo. Suelo húmedo en un periodo de tiempo tal que las condiciones son propicias para el crecimiento de las plantas. La sección de control¹ no está seca por más de 90 días acumulativos durante el año.</p> <p>Perúdico: del latín <i>per</i>, a lo largo en el tiempo, y del latín <i>udus</i>, 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 periodos 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.</p> <p>Ústico: del latín <i>ustus</i>, quemado; implica sequedad. El régimen es intermedio entre el régimen árido 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.</p> <p>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.</p> <p>Ácuico: del latín <i>aqua</i>. El régimen de humedad ácuico 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, tal régimen no es considerado ácuico).</p> <p>Perácuico: existen suelos en los cuales el nivel freático está siempre en o muy cerca de la superficie. Ejemplos de esto son los pantanos y las depresiones cerradas, alimentadas por corrientes perennes.</p> <p>Árido: del latín <i>aridus</i>, seco, y del latín <i>torridus</i>, caliente y seco. Regímenes de humedad árido y tórido; estos términos de regímenes de humedad del suelo se utilizan para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía.</p> <p>En el régimen de humedad árido (tórido), la sección de control humedad en años normales es:</p> <ol style="list-style-type: none"> Seca 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. 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. 		

¹ La sección control de humedad indica la zona en la cual deben realizarse las mediciones respectivas. Se define con base en dos límites: el superior (profundidad a la que penetra una lámina de 2,5 cm en 24 h) y el inferior (profundidad a la que penetra una lámina de 7,5 cm en 48 h) (Soil Survey Staff, 1975).

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

El régimen de humedad del suelo se relaciona con las características climáticas de la zona y con las clases texturales dominantes en el suelo; por lo tanto, se considera un indicador de la disponibilidad de agua para las plantas. La importancia de esta variable se fundamenta en que para el establecimiento del cultivo comercial de cacao hay muy poca infraestructura de riego. Debido a esto, la disponibilidad natural de agua en el suelo es muy importante para el desarrollo del cultivo. La utilización de riego en cultivos de cacao tecnificados, aun en regiones semiáridas, destaca la importancia de esta variable.

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

Se excluyen regímenes de humedad de condiciones extremas por exceso (perácuico) o por déficit (árido), debido a que requieren grandes obras de adecuación de tierras, inducidas al drenaje, en el primer caso, y de riego para el segundo.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan unidades cartográficas denominadas asociaciones (tienen dos o más componentes taxonómicos). Se calificó el régimen de humedad del componente taxonómico de mayor porcentaje; esto significa que dentro de una unidad cartográfica determinada existen regímenes de humedad diferentes al que se está calificando.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El proceso de evaluación de la variable se realizó a partir de la información de la capa de geopedología unificada para todo el país. En los casos que no tienen definido el régimen de humedad dentro de la capa de geopedología, se complementaron interpretando la nemotecnia que brinda la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el cultivo comercial del cacao se consideran los siguientes rangos de aptitud:

Clase de régimen de humedad	Aptitud
Údico	A1
Ústico	A2
Ácuico	A3
Perácuico y árido	N1

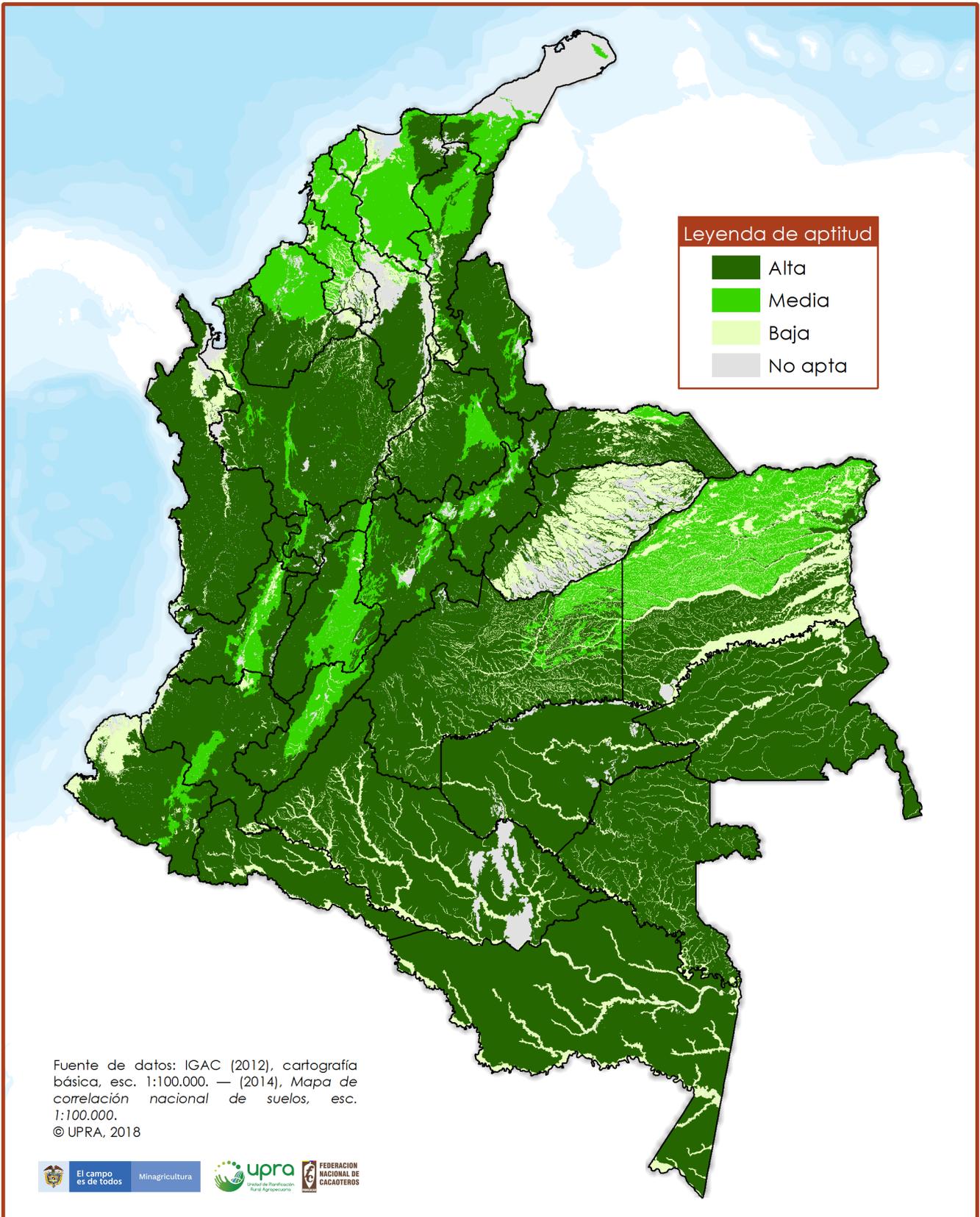
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- Ingeominas. (2002). *Revisión estado del conocimiento. Informe final, Subdirección de amenazas geoambientales*.
- -. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- USDA. (2014). *Keys to Soil Taxonomy*. EUA: USDA. Soil Survey Staff.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE RÉGIMEN DE HUMEDAD
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

1.4.2. Variable textura

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE														
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO													
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO														
CRITERIO ASOCIADO: Disponibilidad de humedad														
VARIABLE: TEXTURA	UNIDAD DE MEDIDA: Adimensional (clase textural)													
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica													
	Análisis jerárquico	√												
	Exclusión legal													
	Condicionante													
DEFINICIÓN														
<p>Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere específicamente a las proporciones relativas de las partículas o fracciones de arena, limo y arcilla en la fracción fina del suelo, es decir, en la tierra tamizada y con diámetro inferior a 2 mm (IGAC, 1985, citado por Ingeominas, 2002). Las clases texturales, de acuerdo con el triángulo textural (IGAC 2008), se consignan en el siguiente cuadro:</p>														
<p>Clases texturales</p> <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>Arenosa</td></tr> <tr><td>Arenosa franca</td></tr> <tr><td>Franco arenosa</td></tr> <tr><td>Franca</td></tr> <tr><td>Franco limosa</td></tr> <tr><td>Limosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillo arenosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillosa</td></tr> <tr><td>Franco arcillo limosa</td></tr> <tr><td>Arcillo arenosa</td></tr> <tr><td>Arcillo limosa</td></tr> <tr><td>Arcillosa</td></tr> </table>			Arenosa	Arenosa franca	Franco arenosa	Franca	Franco limosa	Limosa	Franco arcillo arenosa	Franco arcillosa	Franco arcillo limosa	Arcillo arenosa	Arcillo limosa	Arcillosa
Arenosa														
Arenosa franca														
Franco arenosa														
Franca														
Franco limosa														
Limosa														
Franco arcillo arenosa														
Franco arcillosa														
Franco arcillo limosa														
Arcillo arenosa														
Arcillo limosa														
Arcillosa														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO														
<p>La clase textural es una variable de importancia en la zonificación para el establecimiento del cultivo de cacao 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 esta variable.</p> <p>La textura del suelo es una propiedad física que se usa para evaluar la capacidad para retener agua (texturas finas retienen más agua que las texturas gruesas), la capacidad de intercambio catiónico (capacidad para retener elementos nutritivos de las plantas), la permeabilidad y los índices de plasticidad; en taxonomía, como parámetros para clasificar los suelos, y en conservación, para evaluar la cantidad de suelo perdido.</p> <p>También se relaciona con la porosidad, donde el espacio entre partículas permite que se pueda retener y mover el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.</p>														
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO														
No hay rango de exclusión para la variable.														

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 que dificulta su calificación; el criterio utilizado se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales y el componente taxonómico de mayor representatividad. Por lo tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación, que no es posible representarlas espacialmente.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Esta variable se definió con base en los requerimientos del cultivo de cacao consultados al gremio y productores, y su relación con el crecimiento y buen desarrollo durante su ciclo de producción.

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra fue el mapa integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, realizado por el IGAC. A partir de esta base de datos se realizó una reclasificación de acuerdo con los rangos definidos. Posteriormente, se realizaron ajustes en las unidades de suelos con base en su taxonomía y la experiencia del equipo de trabajo de la UPRA.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las diferentes clases texturales del suelo se agruparon en gruesas, medias, finas y muy finas.

El grupo de texturas finas muy finas se califica con aptitud alta (A1) debido a que a esta agrupación pertenecen las clases texturales arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL) y Ar > 60 % de contenido de arcilla. En estas clases texturales dominan los contenidos de arcilla, lo que favorece una alta retención de humedad que permite al cultivo de cacao tener reservas para las épocas de menor precipitación.

Al grupo de texturas medianas se asigna aptitud moderada (A2) debido a que las clases que integran este grupo textural, franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FArL), franco arcillo arenosa (FArA) y franco arcillosa (FAr), presentan moderada permeabilidad, lo que facilita el movimiento del agua en suelo y, por lo tanto, favorecen moderadamente la retención de humedad.

El grupo de texturas gruesas se determinó con aptitud alta (A3) debido a que este grupo pertenecen las clases arenosa franca (AF), arenosa (A), franco arenosa (FA), en donde dominan los porcentajes de arena sobre los de limo y arcilla, lo que desfavorece la retención de agua, por lo que el cultivo comercial de cacao va a requerir de riego complementario.

Rangos de aptitud

Clase textural	Grupo textural	Aptitud
Arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL)	Finas	A1
Ar > 60 % de contenido de arcilla	Muy finas	
Suelos orgánicos	-	
Franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FArL), franco arcillo arenosa (FArA), franco arcillosa (FAr)	Medias	A2
Arenosa franca (AF), arenosa (A), franco arenosa (FA)	Gruesas	A3

Se da calificación de A1 a los suelos orgánicos debido a que el alto contenido de materia orgánica favorece la retención de humedad.

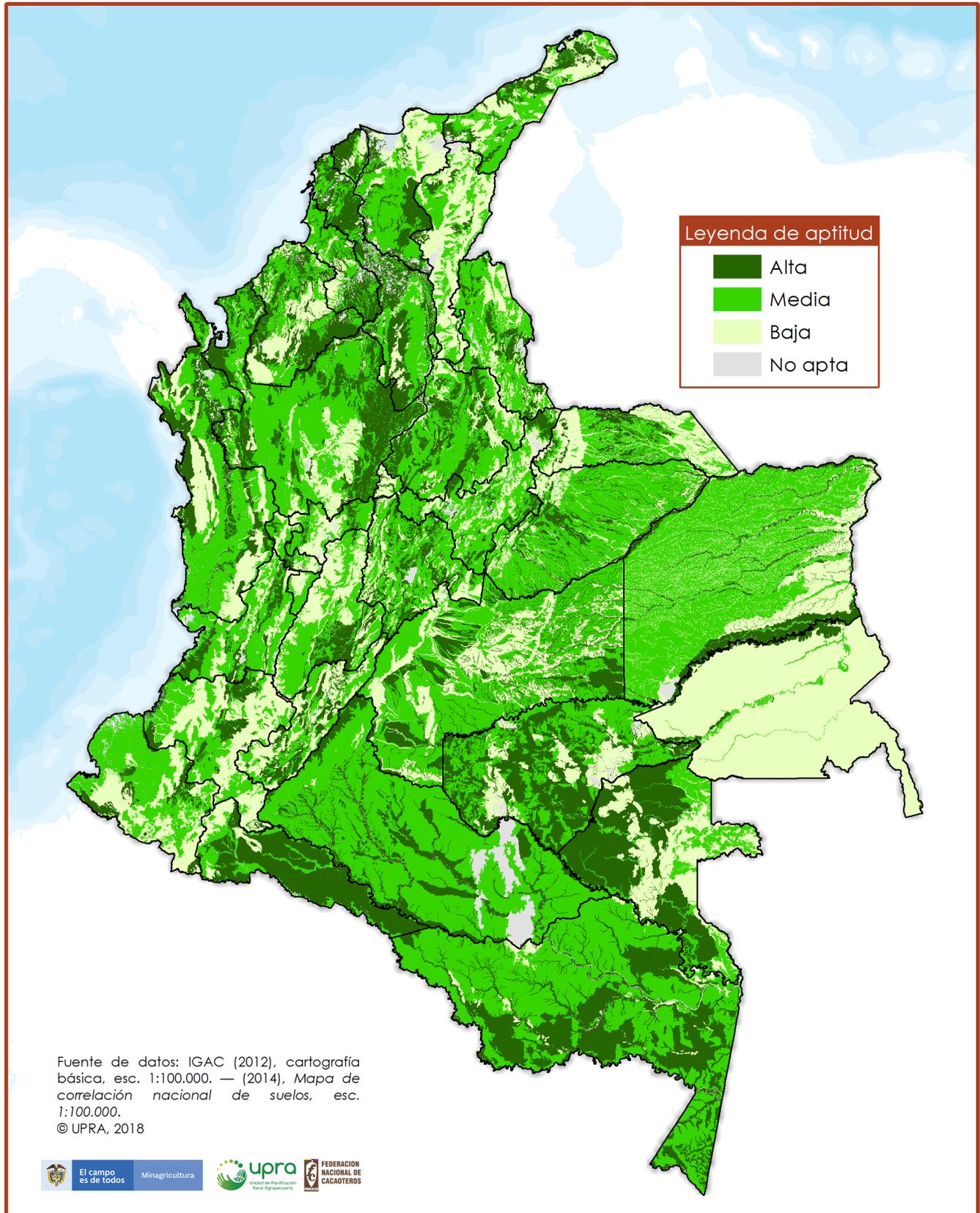
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ingeominas. (2002). *Revisión estado del conocimiento. Informe final, Subdirección de amenazas geoambientales.*
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos). 119 pp.*
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.*

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE TEXTURA
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

1.5. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Drenaje natural, expresado como categoría.		
Susceptibilidad a inundaciones, expresadas según la frecuencia de este evento.		
DEFINICIÓN		
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 para ser absorbido por las plantas.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Este criterio es fundamental en la zonificación de la cadena productiva de cacao debido a que correlaciona las características de los suelos que influyen en el movimiento del agua en el mismo. Además, porque el desarrollo radicular y demás condiciones fisiológicas de las plantas se ven beneficiados al haber mayor superficie de exploración aeróbica.</p> <p>Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados puede afectar el desarrollo normal de las plantas de cacao, más aún si se considera que la afectación es mayor cuando se tiene en cuenta el tiempo que dura. El cultivo de cacao es tolerante, pero a periodos de inundación muy cortos, de máximo cuatro a cinco días.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de disponibilidad de oxígeno se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo de cacao es el drenaje natural muy pobre.</p> <p>Los terrenos que son susceptibles a inundaciones periódicas y por periodos largos también se consideran no aptos para el cultivo comercial de cacao.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que corresponden a aptitudes diferentes.</p> <p>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 comercial de cacao. Solamente se conoce si el polígono de suelos es o no inundable.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 5,6 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de oxígeno se extractaron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) y se dio la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables.</p> <p>Para determinar la aptitud en el criterio se partió de las dos variables (drenaje natural e inundaciones), para las cuales se combinaron los rangos de aptitud y se tomó la decisión de aptitud por el rango más limitante. Por ejemplo: drenaje natural bueno = A1, inundaciones frecuentes con duración larga de 7 a 30 días = A3. En este caso, en el árbol de decisión, la variable más limitante es la clase por inundación larga, aptitud A3; entonces, la calificación final de aptitud es A3.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La calificación de este criterio se realizó a partir de la evaluación individual de cada una de las variables y luego se utilizó un árbol de decisión que se presenta a continuación:

Criterio	Variable	Aptitud			
		A1	A2	A3	N1
Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural	Bueno, excesivo	Moderado	Imperfecto, pobre	Muy pobre
	Inundaciones* (duración en número de días)	No hay	Corta (2 a 7 días)	Larga (7 a 30 días)	Muy larga (30 a 90 días)

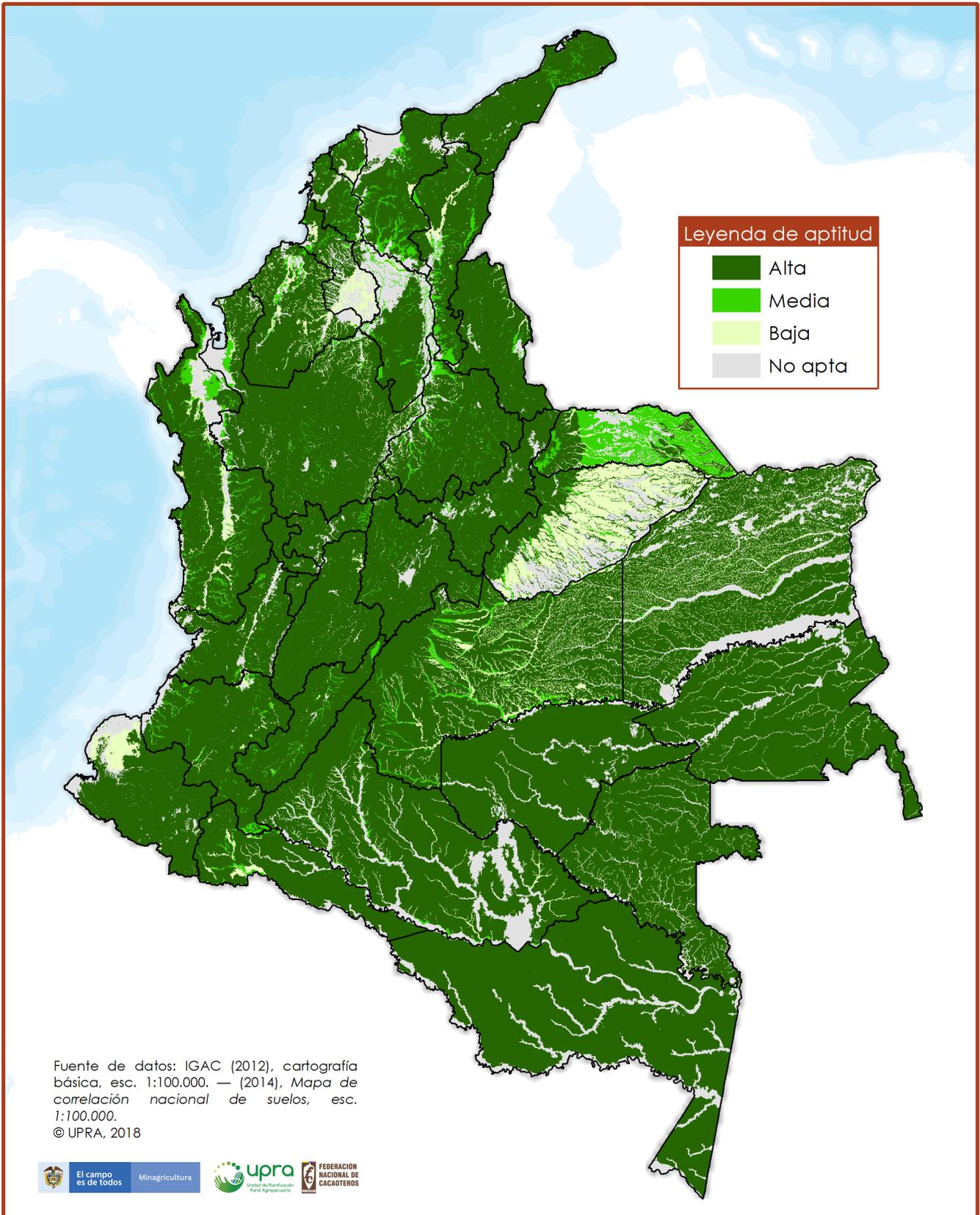
Drenaje natural	Inundaciones* (duración en número de días)	Aptitud
Bueno	No hay	A1
	Corta (2 a 7 días)	A1
	Larga (7 a 30 días)	A2
	Muy larga (30 a 90 días)	A3
Moderado	No hay	A1
	Corta (2 a 7 días)	A2
	Larga (7 a 30 días)	A2
	Muy larga (30 a 90 días)	A3
Imperfecto y pobre	No hay	A2
	Corta (2 a 7 días)	A3
	Larga (7 a 30 días)	A3
	Muy larga (30 a 90 días)	N1
Muy pobre	No hay	N1
	Corta (2 a 7 días)	N1
	Larga (7 a 30 días)	N1
	Muy larga (30 a 90 días)	N1

* Las inundaciones pueden ser raras (una cada diez o más años), ocasional (una cada dos a cinco años), frecuente (una a dos por año) y muy frecuente (más de dos por año).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*.
- -. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

1.5.1. Variable drenaje natural

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE												
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO										
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO												
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO												
VARIABLE: DRENAJE NATURAL		UNIDAD DE MEDIDA: Categoría										
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√										
	Análisis jerárquico	√										
	Exclusión legal											
	Condicionante											
DEFINICIÓN												
<p>Tiempo que el agua permanece en la superficie o dentro del suelo. También se asocia a la remoción natural del exceso de agua acumulada sobre la superficie y a lo largo del perfil de suelo. Combina el drenaje interno y externo del suelo; tiene en cuenta la relación entre la pendiente, la escorrentía y la infiltración, y las evidencias de procesos de óxido-reducción colores gley, también de la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Malagón, 1984).</p> <p>Para el presente proyecto se define como la velocidad y el grado de eliminación de agua del suelo por la escorrentía y el flujo a través del suelo a los espacios subterráneos (UJTL, 1984 y USDA, 1994).</p> <p>Las diferentes clases de drenaje natural son muy pobre, pobre, imperfecto, moderado, bueno (bien), moderadamente excesivo y excesivo. Está en función de la pendiente, la forma del terreno y la permeabilidad; en el perfil del suelo se determina por la presencia de colores grises debido a la reducción química y por la fluctuación del nivel freático.</p>												
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO												
<p>El cultivo comercial de cacao requiere de suelos con suficiente cantidad de oxígeno para la normal toma de nutrientes y de agua por parte del sistema de raíces. La planta no es tolerante a suelos pobremente drenados, en los cuales se requeriría de obras de adecuación de tierras que favorezcan el movimiento del agua de escorrentía.</p>												
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO												
<p>Se excluyen los suelos de drenaje natural muy pobre para el cultivo comercial de cacao debido a que son suelos que no tienen oxígeno disponible para las plantas y permanecen saturados con agua la mayor parte del año.</p>												
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE												
<p>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 no se pueden representar espacialmente, que pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo, dependiendo de la clase de drenaje natural.</p>												
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN												
<p>La metodología utilizada para evaluar la variable partió de la información de la capa de geopedología unificada para todo el país. En los casos que no tienen información sobre drenaje natural, dentro de la capa de geopedología, se complementó interpretando la nemotecnia de los nombres taxonómicos de los suelos presentes en las unidades cartográficas.</p>												
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD												
<p>Los drenajes naturales bien drenados y excesivamente drenados tienen aptitud alta (A1) debido a que no hay restricciones por disponibilidad de oxígeno; el drenaje natural moderado tiene aptitud media (A2) por requerir de algunas obras de drenajes para optimizar el oxígeno disponible. Los drenajes naturales pobre e imperfecto tienen aptitud baja (A3) por falta de oxígeno disponible y por ende, requieren de obras de mayor envergadura para realizar obras de drenaje. Se excluyen los suelos con drenaje natural muy pobre.</p>												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Drenaje natural</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Excesivo y bueno</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Imperfecto y pobre</td> <td>A3</td> </tr> <tr> <td>Muy pobre</td> <td>N1</td> </tr> </tbody> </table>			Drenaje natural	Aptitud	Excesivo y bueno	A1	Moderado	A2	Imperfecto y pobre	A3	Muy pobre	N1
Drenaje natural	Aptitud											
Excesivo y bueno	A1											
Moderado	A2											
Imperfecto y pobre	A3											
Muy pobre	N1											



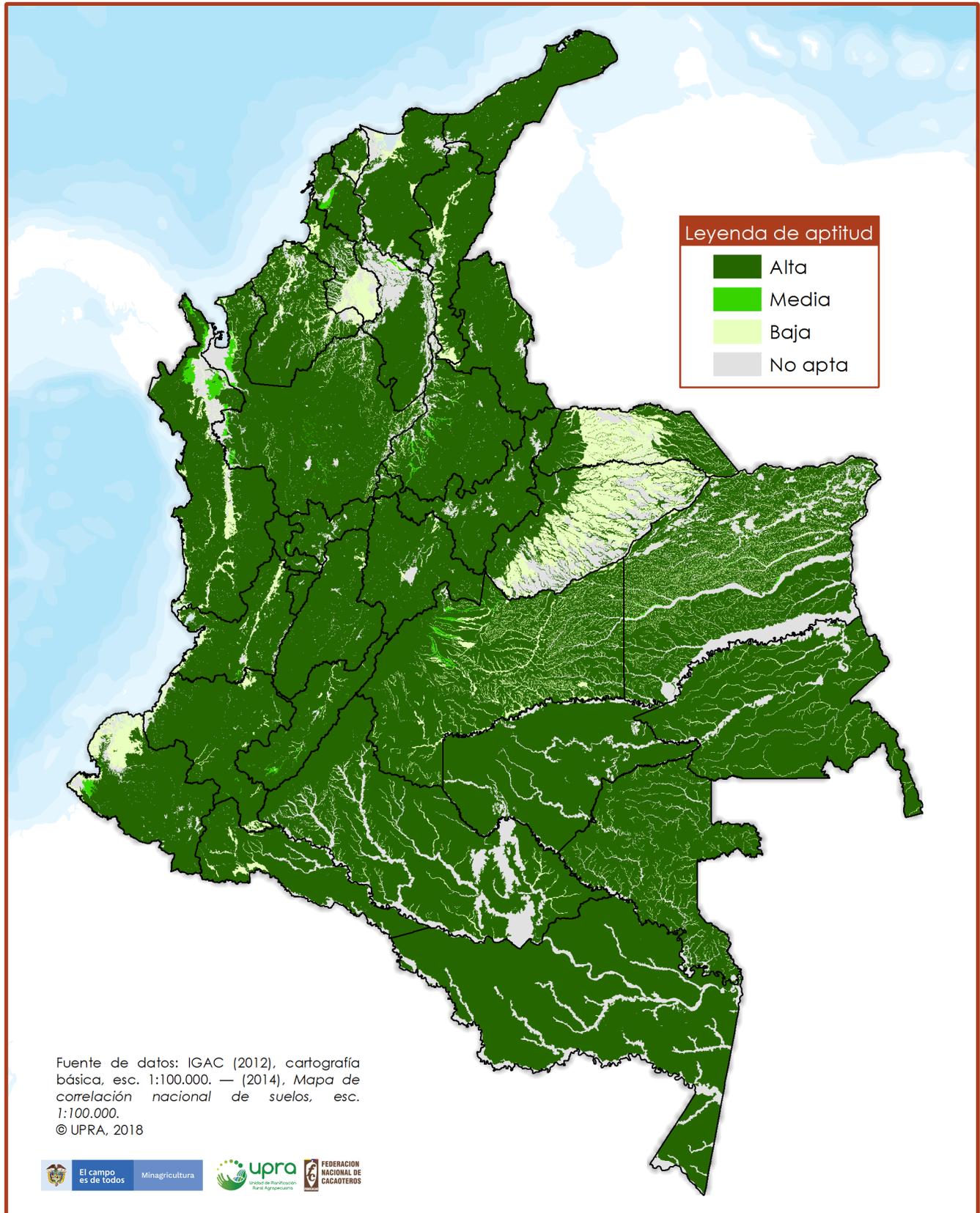
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*.
- -. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE DRENAJE NATURAL
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

1.5.2. Variable susceptibilidad a inundaciones

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
VARIABLE: SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES	UNIDAD DE MEDIDA: Categoría, según la frecuencia del evento	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>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 (WMO y Unesco, 2012).</p> <p>La inundación es causada por el ascenso del nivel de las aguas, ya sea de una corriente hídrica o de aguas confinadas a sectores que normalmente están secos. El encharcamiento se da cuando el nivel de las aguas causantes se retira y el agua no drena, sino que permanece en el lugar. Este ocurre en zonas cóncavas a los lados de las corrientes hídricas (basines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).</p> <p>Las inundaciones pueden ser raras (una cada diez o más años), ocasional (una cada dos a cinco años), frecuente (una a dos por año) y muy frecuente (más de dos por año).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>Las inundaciones generalmente afectan el desarrollo de la mayor parte de las especies vegetales, aun más cuando duran largos periodos de tiempo. La tolerancia a las inundaciones y a encharcamientos por parte de las plantas depende de cada especie. En el caso del cultivo de cacao, es tolerante a los encharcamientos e inundaciones por periodos muy cortos, aun siendo una especie originaria del bosque húmedo tropical amazónico.</p> <p>En la zonificación de aptitud del cultivo de cacao se incluye su análisis, tomando como base algunas formas de terreno, tipos de relieve, información tomada en campo de los perfiles modales y también los nombres taxonómicos, sin pretender excluir el total de las zonas inundables, debido a que no se puede predecir la duración del evento, que es la causante de los daños en las plantaciones.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
Se excluyen las áreas que presentan o son susceptibles a las inundaciones y a encharcamientos por periodos muy largos de tiempo (30 a 90 días), debido a que se reduce la disponibilidad de oxígeno y afecta la producción óptima de este producto.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
En la base de datos del mapa geopedológico, muchas unidades cartográficas no registran información sobre fases por inundación o encharcamiento, por lo tanto, en la zonificación para el cultivo comercial de cacao 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 DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Se tomaron como base las fases por inundación y encharcamientos de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).</p> <p>Para la evaluación de esta variable se abordó por tiempo de duración en número de días de las inundaciones o encharcamientos. Después se complementó la base de datos con la presencia de inundaciones, se procedió a inferir el tiempo de duración con las variables de paisaje, drenaje natural y nemotecnia de los nombres taxonómicos. Las inundaciones se definieron de la siguiente manera: no hay, cortas (2 a 7 días), largas (7 a 30 días) y muy largas (30 a 90 días). Esta clasificación permitió la decisión de los rangos de aptitud.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las unidades cartográficas que no registran presencia de inundaciones se consideran de aptitud alta (A1); los terrenos con inundaciones cortas tienen aptitud media (A2) debido a que el cultivo de cacao es tolerante a los encharcamientos e inundaciones por periodos cortos. Las inundaciones o encharcamientos por largos periodos de tiempo tienen aptitud baja (A3) y las áreas con periodos muy largos de inundación no son aptas para el cultivo comercial de cacao (N1).

Rangos de aptitud

Clase de inundación	Aptitud
No hay	A1
Corta (2 a 7 días)	A2
Larga (7 a 30 días)	A3
Muy larga (30 a 90 días)	N1

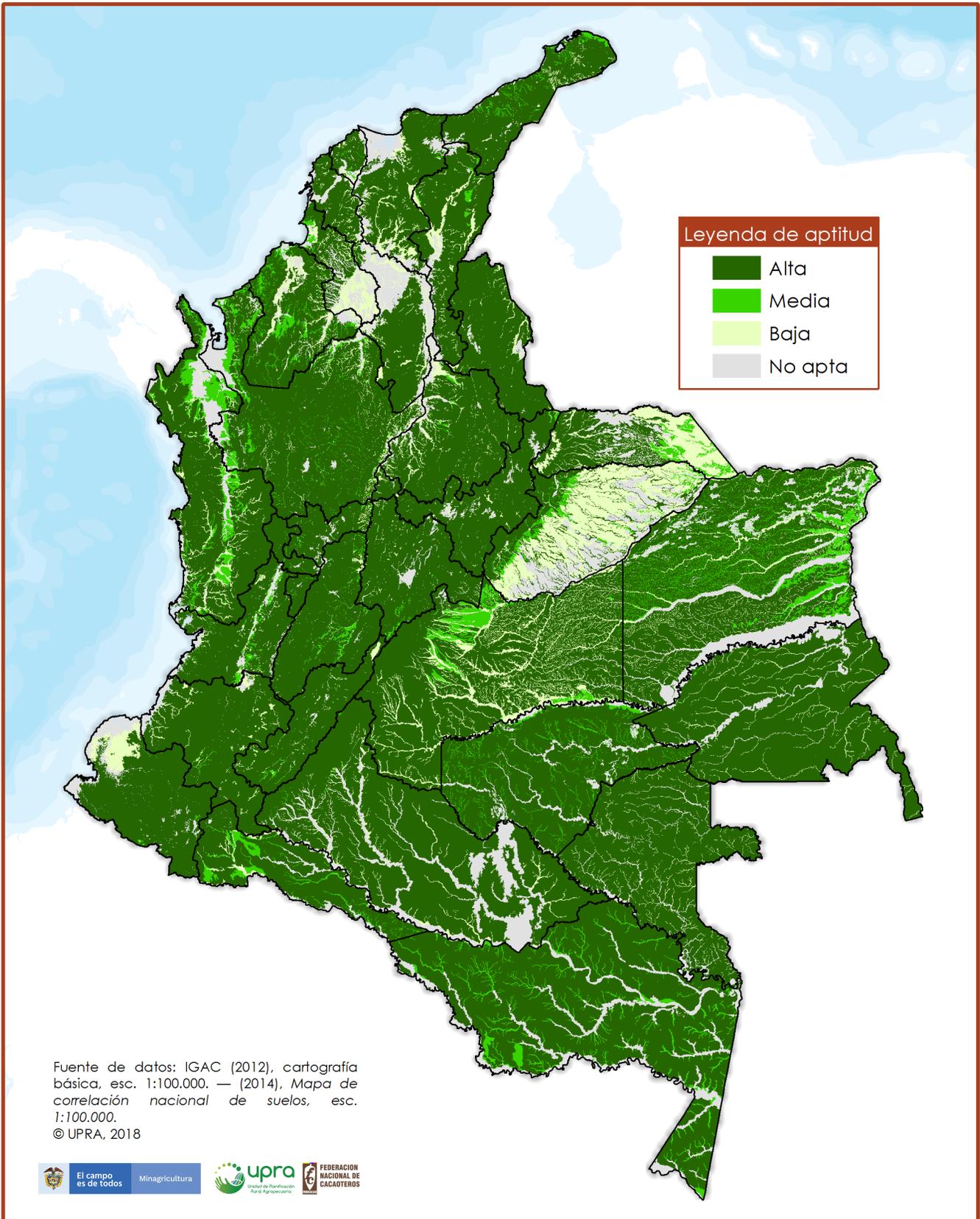
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC et al. (2012). *Conflictos de uso del territorio colombiano. Mapa nacional de vocación de uso de la tierra, escala 1:100.000*.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- OMM y Unesco. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra (Suiza): WMO, p. 127.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

1.6. CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: CONSERVACIÓN DE SUELOS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Pendiente, expresada en porcentaje (%).</p> <p>Erosión actual, expresada como categoría.</p> <p>Susceptibilidad a deslizamientos, expresada como categoría.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Características que presenta el terreno para ser degradado, en particular la pérdida de suelo por erosión. En este sentido, se consideran las variables pendiente, erosión actual y susceptibilidad a deslizamientos. Igualmente, los periodos sin cobertura vegetal del suelo se deben tener en cuenta dentro del criterio.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>El criterio se relaciona con las propiedades intrínsecas del suelo que lo predispone para ser degradado, lo cual influye en la pérdida de la superficie productiva, la disminución de la productividad del sitio y la generación de sedimentos que tienen como consecuencia la pérdida de la calidad de las aguas.</p> <p>Para el establecimiento del cultivo comercial de cacao se requiere que el grado de erosión sea inferior a ligera o moderada porque la pérdida del suelo afecta la profundidad de enraizamiento y el anclaje e influye en la extracción de nutrientes, que perjudica el establecimiento y el crecimiento normal de las plantas.</p> <p>En el caso del cultivo de cacao como sistema agroforestal, brinda ventajas por ser protector del recurso suelo, reduce la erosión ayuda a la infiltración y restaura manantiales de agua.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de conservación de suelos se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo comercial de cacao son la pendiente > 75 % y la erosión severa y muy severa.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La heterogeneidad de los componentes taxonómicos dentro de las unidades cartográficas de los suelos impide conocer la distribución espacial, en forma más precisa, de las variables del criterio de conservación de suelos.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 3,1 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>Se hizo una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se contó con información reciente a escala 1:100.000 del área hidrográfica Magdalena-Cauca y de los mapas de erosión nacional 1:500.000 del IGAC (1998) y del Ideam (2001). En algunas zonas, se ajustó y mejoró la resolución por medio de interpretación de imágenes de sensores remotos.</p> <p>La clase de aptitud en el criterio conservación de suelos se abordó tomando las tres variables (pendiente, erosión actual y susceptibilidad a los deslizamientos), combinando los rangos de aptitud de una de las variables con los rangos de las otras dos variables y decidiendo la aptitud por el rango más limitante. Por ejemplo: pendiente < 25 % = A1, erosión moderada = A2, susceptibilidad a deslizamientos alta y muy alta = A3. En este caso, en el árbol de decisión la variable más limitante es la susceptibilidad a los deslizamientos, con aptitud N1 por lo que la calificación final de aptitud es N1.</p>		

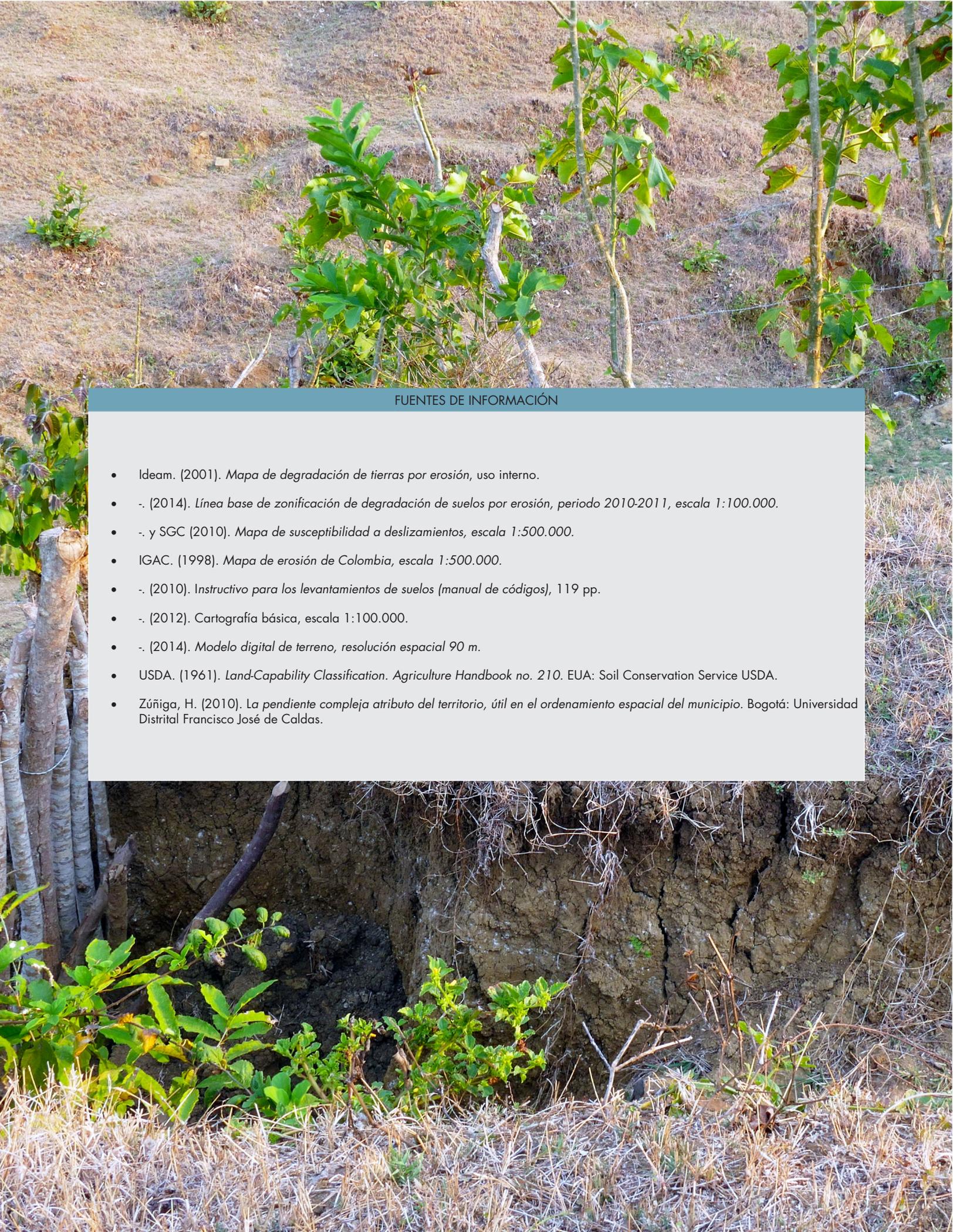
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

La aptitud de este criterio se realizó a partir de la evaluación individual de cada una de las variables y luego se utilizó un árbol de decisión que se presenta a continuación:

Criterio	Variable	Aptitud			
		A1	A2	A3	N1
Conservación de suelos	Pendiente	Plana a fuertemente ondulada (< 25 %)	Fuertemente quebrada (25-50 %)	Ligeramente escarpada (50-75 %)	Fuertemente escarpada (> 75 %)
	Erosión actual	Sin erosión, ligera	Moderada	-	Severa, muy severa
	Susceptibilidad a los deslizamientos	Baja, muy baja	Media	Alta, muy alta	-

Pendiente (%)	Erosión actual	Deslizamientos	Aptitud
< 25	No hay, ligera	Muy baja, baja	A1
		Media	A1
		Alta, muy alta	A2
	Moderada	Muy baja, baja	A1
		Media	A2
		Alta, muy alta	A2
	Severa, muy severa	Muy baja, baja	N1
		Media	N1
		Alta, muy alta	N1
25-50	No hay, ligera	Muy baja, baja	A1
		Media	A2
		Alta, muy alta	A3
	Moderada	Muy baja, baja	A2
		Media	A2
		Alta, muy alta	A3
	Severa, muy severa	Muy baja, baja	N1
		Media	N1
		Alta, muy alta	N1

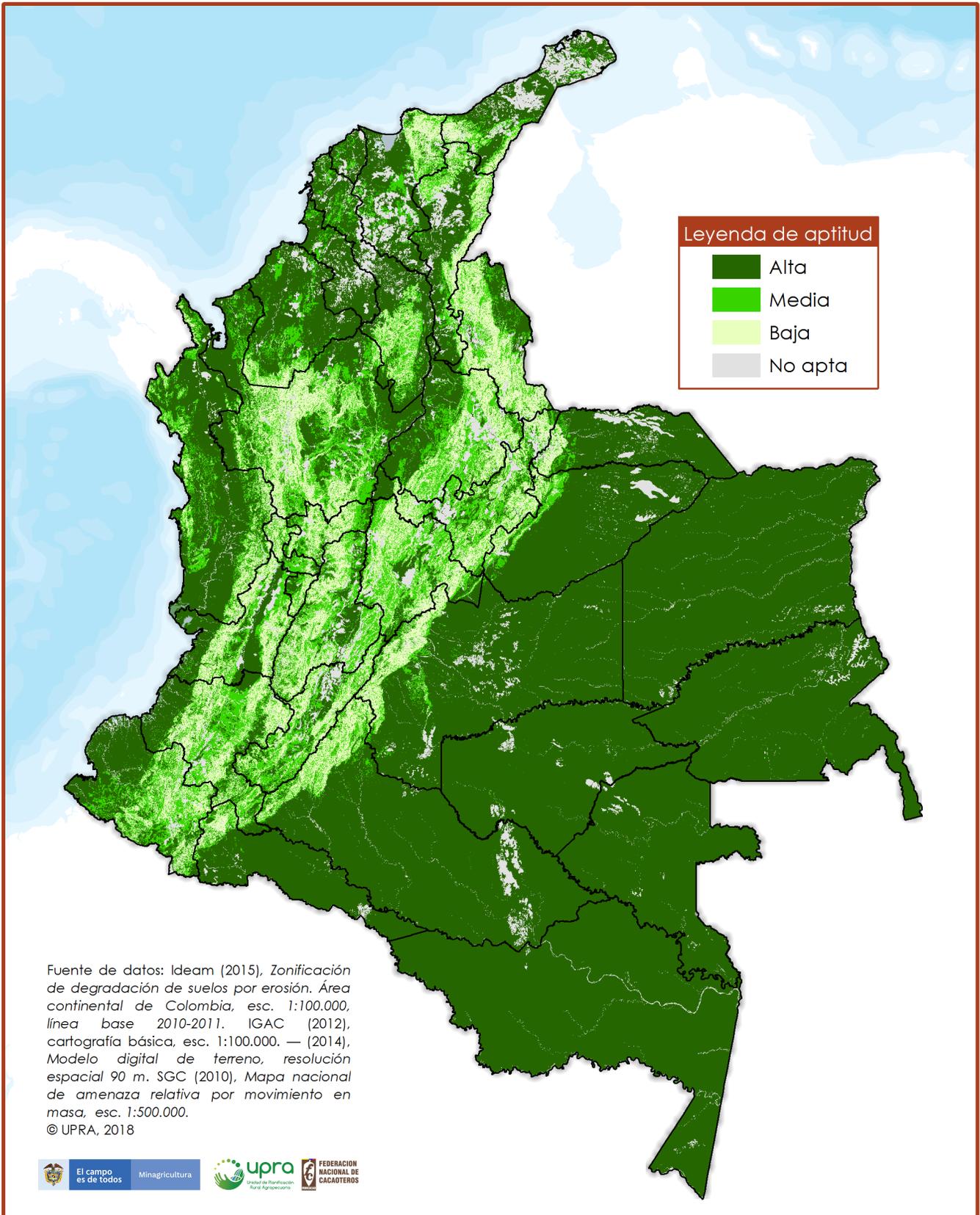
50-75	No hay, ligera	Muy baja, baja	A2
		Media	A3
		Alta, muy alta	A3
	Moderada	Muy baja, baja	A3
		Media	A3
		Alta, muy alta	A3
	Severa, muy severa	Muy baja, baja	N1
		Media	N1
		Alta, muy alta	N1
>75	No hay, ligera	Muy baja, baja	A1
		Media	N1
		Alta, muy alta	N1
	Moderada	Muy baja, baja	N1
		Media	N1
		Alta, muy alta	N1
	Severa, muy severa	Muy baja, baja	N1
		Media	N1
		Alta, muy alta	N1



FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2001). *Mapa de degradación de tierras por erosión*, uso interno.
- -. (2014). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000*.
- -. y SGC (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000*.
- IGAC. (1998). *Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000*.
- -. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.
- Zúñiga, H. (2010). *La pendiente compleja atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS



1.6.1. Variable pendiente

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE																						
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO																				
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																						
CRITERIO ASOCIADO: CONSERVACIÓN DE SUELOS																						
VARIABLE: PENDIENTE		UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)																				
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√																				
	Análisis jerárquico	√																				
	Exclusión legal																					
	Condicionante																					
DEFINICIÓN																						
<p>Inclinación de un terreno respecto a un plano horizontal que pasa por su base. Se expresa como un gradiente calculado en grados sexagesimales o centesimales, o porcentaje, y en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.</p> <p>La pendiente de un terreno se calcula como gradiente de manera estricta o, en sentido amplio, como una forma sintética del relieve (Zúñiga, 2010). El aspecto de la pendiente, su forma y gradiente se manejaron de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010), según el siguiente cuadro:</p>																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Clase simple</th> <th>Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A nivel</td> <td>0-1</td> </tr> <tr> <td>Plana</td> <td>0-3</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente plana</td> <td>1-3</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente inclinada</td> <td>3-7</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente inclinada</td> <td>7-12</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente inclinada</td> <td>12-25</td> </tr> <tr> <td>Ligeramente escarpada o ligeramente empinada</td> <td>25-50</td> </tr> <tr> <td>Moderadamente escarpada o moderadamente empinada</td> <td>50-75</td> </tr> <tr> <td>Fuertemente escarpada o fuertemente empinada</td> <td>> 75</td> </tr> </tbody> </table>			Clase simple	Porcentaje (%)	A nivel	0-1	Plana	0-3	Ligeramente plana	1-3	Ligeramente inclinada	3-7	Moderadamente inclinada	7-12	Fuertemente inclinada	12-25	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25-50	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	> 75
Clase simple	Porcentaje (%)																					
A nivel	0-1																					
Plana	0-3																					
Ligeramente plana	1-3																					
Ligeramente inclinada	3-7																					
Moderadamente inclinada	7-12																					
Fuertemente inclinada	12-25																					
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada	25-50																					
Moderadamente escarpada o moderadamente empinada	50-75																					
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada	> 75																					
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO																						
<p>La pendiente es una variable determinante en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de cacao. Este cultivo es agroforestal, por lo que se acepta una pendiente hasta del 25 %; 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. De acuerdo con lo anterior, es muy importante tener en cuenta esta variable en la zonificación de aptitud del cultivo, para evitar movimientos en masa y pérdida de suelo, donde las pendientes son escarpadas (> 75 %).</p>																						
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO																						
<p>Las pendientes > 75 % se excluyen para este tipo de utilización, es decir, el cultivo comercial de cacao, debido a que esta clase de pendiente pertenece a la clase VIII por capacidad de uso y su uso principal es la conservación.</p>																						
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE																						
<p>El proceso de generación del mapa de pendiente se basó en cálculos y análisis espaciales a partir del SRTM de 30 m y el modelo de elevación. Este modelo no permite muy buena aproximación a la realidad del terreno, en particular, en pendientes superiores al 50 %.</p>																						
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN																						
<p>El proceso utilizado para la generación de la capa de pendientes por rangos fue automatizado por medio del uso de funciones de SIG, a partir de DEM SRTM de 30 m. Se usaron los rangos tradicionales utilizados por el IGAC para los estudios de suelos.</p>																						

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Clase de pendiente	Aptitud
Plana a fuertemente inclinada (< 25 %)	A1
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50 %)	A2
Moderadamente escarpada (50-75 %)	A3
Fuertemente escarpada o fuertemente empinada (> 75 %)	N1

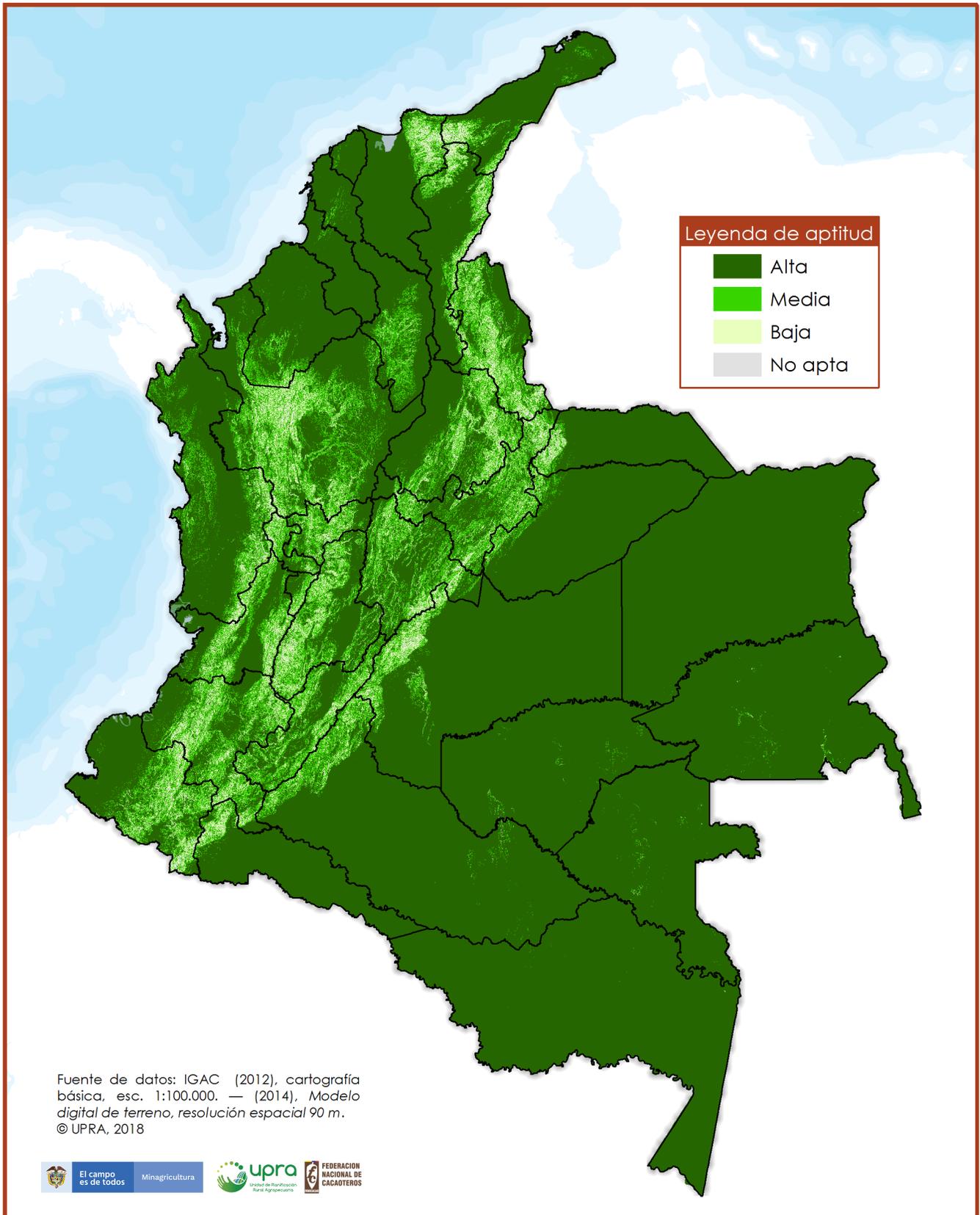
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2014). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*.
- Zúñiga, H. (2010). *La pendiente compleja, atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE PENDIENTE
CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS

1.6.2. Variable erosión actual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE															
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			CULTIVO COMERCIAL DE CACAO												
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO															
CRITERIO ASOCIADO: CONSERVACIÓN DE SUELOS															
VARIABLE: EROSIÓN ACTUAL		UNIDAD DE MEDIDA: Categoría													
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO		Exclusión técnica	√												
		Análisis jerárquico	√												
		Exclusión legal													
		Condicionante													
DEFINICIÓN															
<p>Desgaste 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). Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en superficie por los procesos de erosión. En el siguiente cuadro se presentan las distintas clases y su definición según USDA (2010) e Ideam (2010).</p>															
Grados de erosión															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grado</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No hay</td> <td>Pérdidas no significativas de material de suelo</td> </tr> <tr> <td>Ligero</td> <td>Pérdida del 25 % del horizonte superficial</td> </tr> <tr> <td>Moderado</td> <td>Pérdida del 75 % del horizonte superficial</td> </tr> <tr> <td>Severo</td> <td>Pérdida de parte del horizonte B</td> </tr> <tr> <td>Muy severo</td> <td>Pérdida de la totalidad del horizonte B</td> </tr> </tbody> </table>				Grado	Descripción	No hay	Pérdidas no significativas de material de suelo	Ligero	Pérdida del 25 % del horizonte superficial	Moderado	Pérdida del 75 % del horizonte superficial	Severo	Pérdida de parte del horizonte B	Muy severo	Pérdida de la totalidad del horizonte B
Grado	Descripción														
No hay	Pérdidas no significativas de material de suelo														
Ligero	Pérdida del 25 % del horizonte superficial														
Moderado	Pérdida del 75 % del horizonte superficial														
Severo	Pérdida de parte del horizonte B														
Muy severo	Pérdida de la totalidad del horizonte B														
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO															
<p>La variable de erosión de suelos se traduce en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y generación de sedimentos que alteran la calidad de las aguas. Para el establecimiento del cultivo comercial de cacao se requiere que el grado de erosión sea inferior a ligero o moderado porque la pérdida del suelo afecta la profundidad efectiva radicular y el anclaje, e influye en la disponibilidad de nutrientes, lo que afecta el desarrollo del cultivo de cacao.</p>															
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO															
<p>En el mapa de erosión se excluyeron los rangos de erosión severa y muy severa, como zonas no aptas (N1), debido a que los suelos han perdido la totalidad del horizonte A y parte del B, o su totalidad. Esto significa que los suelos no van a tener la mejor oferta de nutrientes y propiedades físicas óptimas para el normal desarrollo del cultivo.</p>															
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE															
<p>Hasta 2013, la información de erosión a escala 1:100.000 solamente se tiene para la cuenca hidrográfica Magdalena-Cauca. El resto del país tiene información 1:500.000 de 1998 (IGAC) y 2001 (Ideam). La zona de La Guajira requirió ajustes por interpretación con imágenes de sensores remotos.</p>															
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN															
<p>El proceso metodológico para la evaluación de esta variable consistió en la revisión de los requerimientos del cultivo comercial de cacao, en cuanto al estado de los suelos por erosión, la susceptibilidad a la degradación y la conservación de los suelos. Se realizó una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se contó con información reciente a escala 1:100.000 del área hidrográfica Magdalena-Cauca y de los mapas de erosión nacional 1:500.000 del IGAC (1998) y del Ideam (2001). En algunas zonas, se ajustó y mejoró la resolución por medio de interpretación de imágenes de sensores remotos.</p>															

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los grados de erosión severa y muy severa se definieron como no aptas (N1); erosión moderada, como A2, y ligera o sin erosión, como aptitud alta A1.

Clase de erosión	Aptitud
Sin erosión y ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

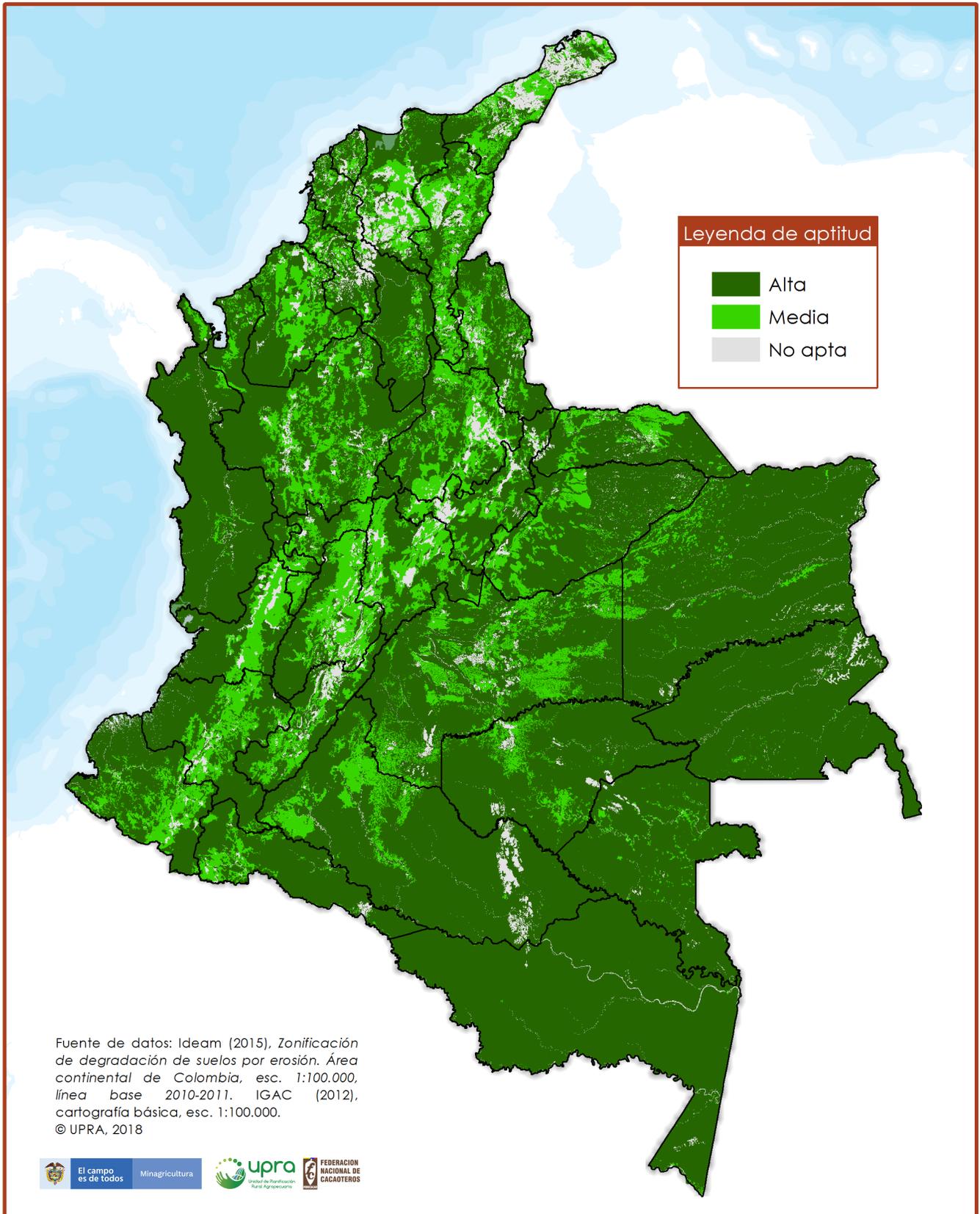
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2014). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000.*
- IGAC. (1998). *Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000.*
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210.* EUA: Soil Conservation Service USDA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

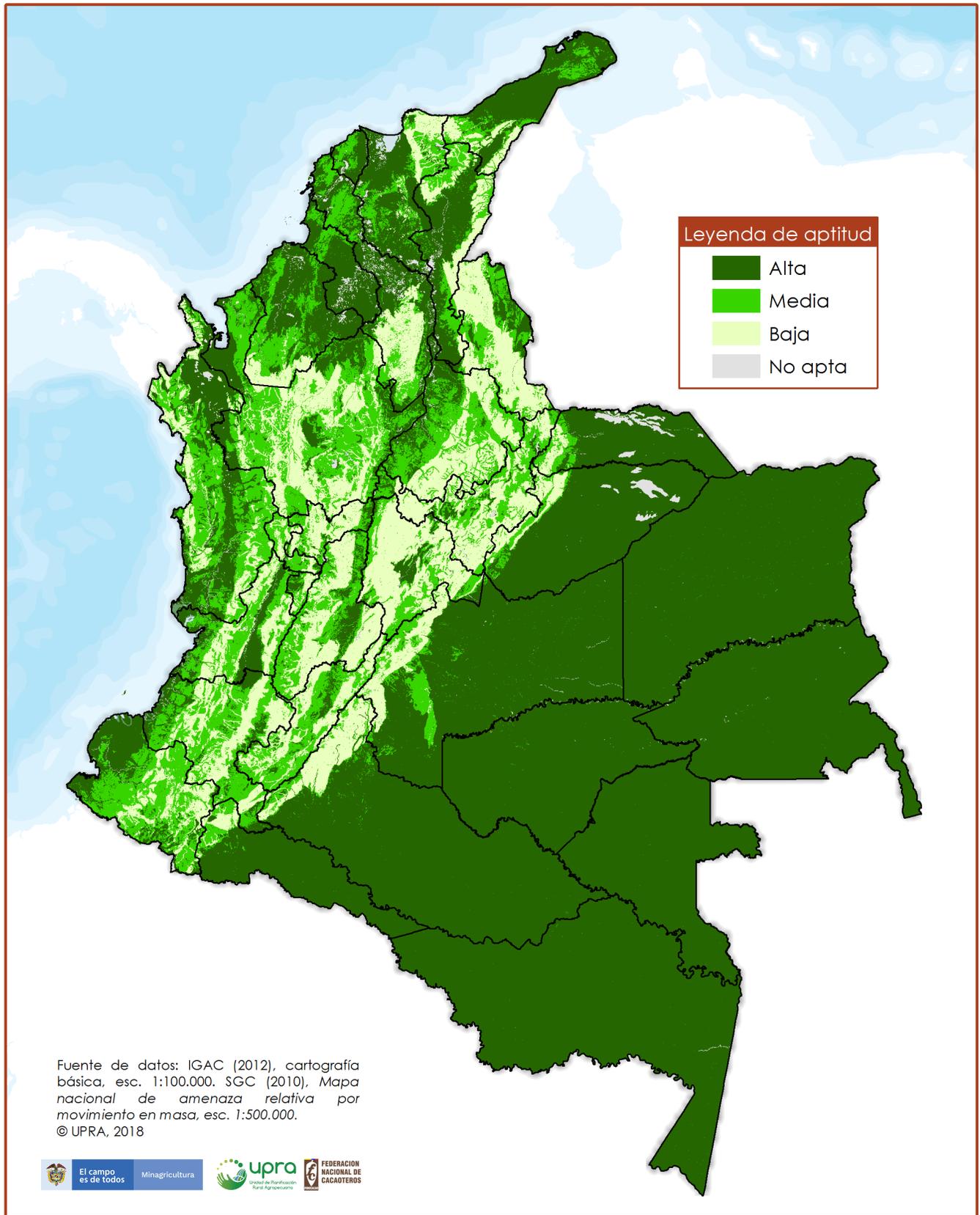


VARIABLE EROSIÓN ACTUAL
CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS

1.6.3. Variable susceptibilidad a deslizamientos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO									
CRITERIO ASOCIADO: CONSERVACIÓN DE SUELOS									
VARIABLE: SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS	UNIDAD DE MEDIDA: Categoría								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
<p>Probabilidad de ocurrencia de procesos de desplazamiento de materiales a lo largo de una superficie. Bajo el término de deslizamientos se cobijan algunas de las formas más violentas y dramáticas de remoción en masa en las que grandes volúmenes de material meteorizado o bloques y masas de roca fresca se desprenden de su lecho y se desplazan cuesta abajo, como una sola unidad, sobre un plano inclinado o sobre una superficie cóncava. Las zonas de ruptura suelen coincidir con superficies naturales preexistentes o pueden generarse durante el movimiento (Villota, 2005).</p> <p>Los movimientos de ladera o deslizamientos constituyen un riesgo geológico de origen natural o inducido, que debe considerarse a la hora de tomar decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de cacao.</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO									
<p>La variable debe ser considerada dentro de la zonificación de aptitud del cultivo de cacao por ser un riesgo presente en un área determinada que puede o no ocurrir durante la época del establecimiento y desarrollo del cultivo.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO									
<p>Por ser una variable de probabilidad no se tiene en cuenta el rango de exclusión. Los deslizamientos pueden suceder por la dinámica actual de la corteza terrestre o por efecto de sismos y terremotos asociados a la tectónica de placas. Otros factores que podrían incidir indirectamente en los movimientos en masa están considerados en las variables pendiente y erosión actual.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
<p>La escala de la fuente de información es 1:500.000.</p>									
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN									
<p>El mapa de susceptibilidad a los deslizamientos fue generado por el Ideam y el Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano), a partir de un modelo que involucra variables de pendiente, material geológico, tectónica, suelos y cobertura vegetal. En general, el modelo utiliza información escala 1:500.000 y para efectos del proyecto, la información se usó conforme su origen, es decir, sin modificación.</p>									
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Susceptibilidad a deslizamientos</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baja y muy baja</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Media</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Alta y muy alta</td> <td>N1</td> </tr> </tbody> </table>		Susceptibilidad a deslizamientos	Aptitud	Baja y muy baja	A1	Media	A2	Alta y muy alta	N1
Susceptibilidad a deslizamientos	Aptitud								
Baja y muy baja	A1								
Media	A2								
Alta y muy alta	N1								
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.								
FUENTES DE INFORMACIÓN									
<ul style="list-style-type: none"> • Ayala, F. (1987). <i>Manual de taludes</i>. Serie Geotecnia. Madrid (España): IGME. • Ideam y SGC (2010). <i>Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000</i>. • IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000</i>. • Villota, H. (2005). <i>Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras (segunda ed.)</i>. Bogotá: IGAC. 									

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. SGC (2010), Mapa nacional de amenaza relativa por movimiento en masa, esc. 1:500.000.
© UPRA, 2018



El campo es de todos

Minagricultura



VARIABLE SUSCEPTIBILIDAD A LOS DESLIZAMIENTOS
CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS

1.7. CRITERIO TOXICIDAD DE SUELOS

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: TOXICIDAD DE SUELOS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Salinidad, evaluada mediante la conductividad eléctrica (CE), expresada como deciSiemens/metro (dS/m).</p> <p>Saturación de aluminio, expresada en porcentaje (%).</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Concentración mayor que la requerida de los elementos que son necesarios para el desarrollo de la mayoría de las plantas, la cual puede llegar a ser tóxica, como en el caso de los micronutrientes (hierro, manganeso, cloro, zinc y níquel), las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), la saturación del catión sodio y la saturación de aluminio.</p> <p>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.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>El sodio (Na), además de ser un elemento perjudicial para la estructura del suelo debido al efecto dispersante, produce disminución del crecimiento de las raíces y necrosis en las hojas de las especies susceptibles.</p> <p>El aluminio (Al) es uno de los elementos que se encuentran en mayor concentración en el suelo, pero su disponibilidad para las plantas está por lo general en bajas concentraciones, salvo en suelos ácidos. En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y los tallos; las hojas pueden tomar un color púrpura (similar al producido por deficiencia de fósforo, ya que afecta el metabolismo del fosfato), inhibe la división celular e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.</p> <p>Las sales aumentan el pH y afectan la absorción de otros elementos (K^+, NO_3^-, fósforo PO_4 y Ca^{++}) por la planta, aumentan la presión osmótica en la solución del suelo e inhiben la división celular.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de toxicidad de suelos se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el cultivo de cacao son los suelos con conductividades eléctricas $> 4,0$ y saturaciones de aluminio $> 90 \%$.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>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 diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que, por lo tanto, corresponden a aptitudes diferentes. En cuanto a los contenidos de sales y sodio, la base geopedológica presenta una limitación y es que no en todos los casos presenta los valores, sino que se refiere a la presencia o no presencia.</p>		

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 2,3 %

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de toxicidad por sales, sodio y aluminio se extrajeron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), y de ahí surgió la calificación que técnicamente se consideró en cada una de las variables. Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes de Fedecacao.

Salinidad	Aptitud
Suelo no salino	A1
Suelo ligeramente salino	A2
Suelo salino	N1

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
0-30	A1
30-60	A2
60-90	A3
> 90	N1

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

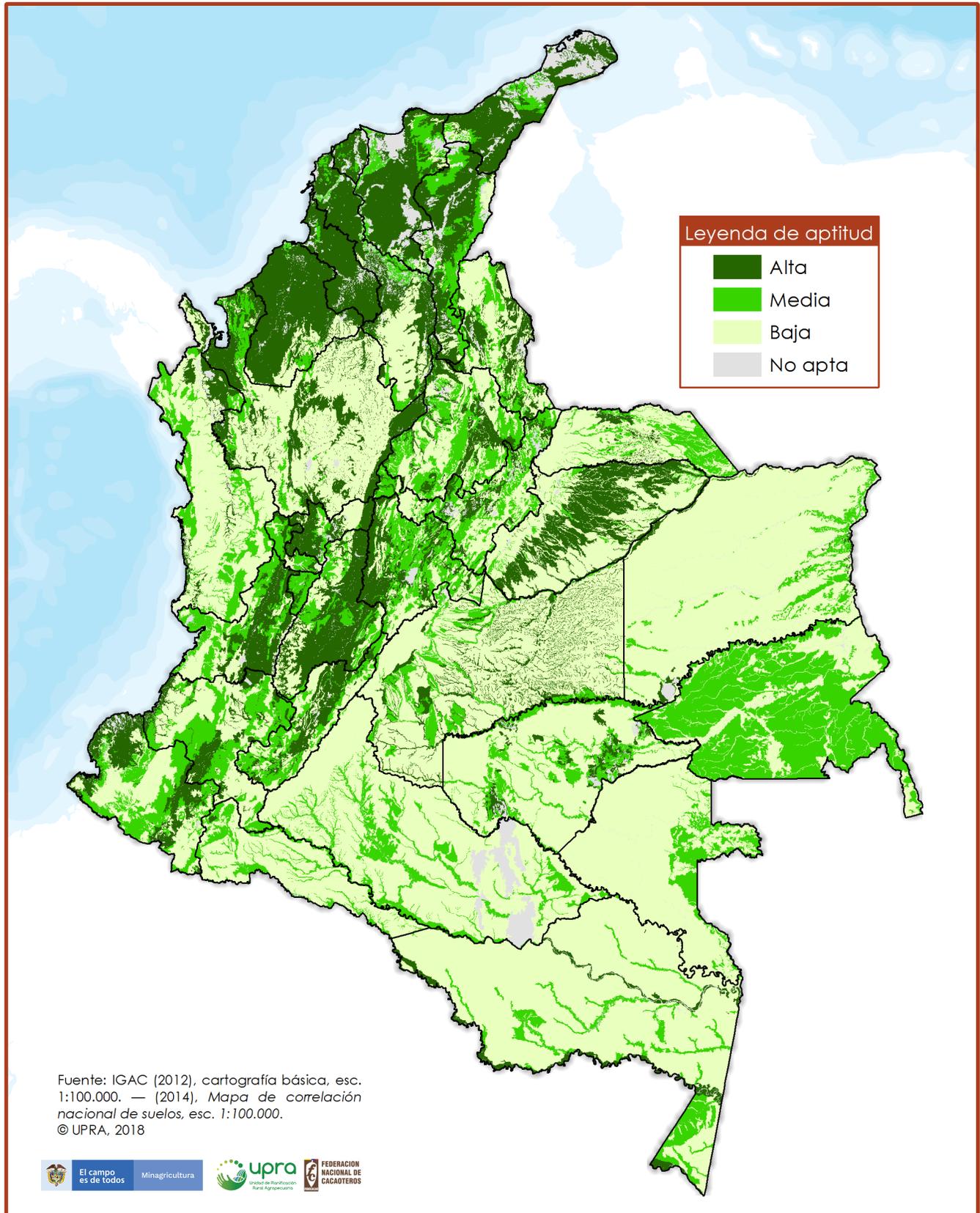
El argumento para discriminar los diferentes niveles de aptitud fue la limitación que cada una de las variables representa en el desarrollo ideal del cultivo, ya que reduce las posibilidades de un adecuado desarrollo de las plantas y buenos índices de producción, tomando la decisión de aptitud por el rango más limitante. Por ejemplo: suelo no salino = A1, saturación de aluminio 30 a 60 % = A2. En este caso, el aluminio representa la mayor limitación, por lo tanto es A2.

Salinidad	Saturación de aluminio (%)	Aptitud
Suelo no salino, ligeramente salino	0-30	A1
	30-60	A2
	60-90	A3
	> 90	N1
Salino	Cualquiera	N1

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fassbender, H. y Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. (Segunda ed.)*, San José de Costa Rica: IICA, 420 pp.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO TOXICIDAD DE SUELOS

1.7.1. Variable salinidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD DE SUELOS		
VARIABLE: SALINIDAD	UNIDAD DE MEDIDA: dS/m	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Contenido de sales solubles o sodio intercambiable en la zona radicular; el contenido de sales en la capa radicular del suelo se determina normalmente en términos de la conductividad eléctrica, pero puede expresarse como cantidad o porcentaje de sales en el suelo, o también como cantidad de aniones en la fracción de cambio.</p> <p>El sodio se determina como el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). La salinidad y sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural, se asocia con fenómenos climáticos de aridez y a 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 manejada en climas con regímenes de humedad ústico.</p> <p>En suelos salinos, el catión sodio es el que predomina en la solución del suelo, mientras que el calcio y el magnesio, debido a su mayor fuerza de adsorción, ocupan la mayor proporción de los iones dentro de la doble capa difusa (forma intercambiable) (IGAC, 1979).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>La salinidad es una variable importante en la zonificación del cultivo comercial de cacao, en particular en aquellos sectores del país que utilizan riego complementario, donde se requiere de un óptimo manejo para que se evite la salinización del suelo.</p> <p>El alto contenido de sales afecta el desarrollo de las plantas, ya que influye en los valores del pH y afecta la disponibilidad de nutrientes; afecta el ritmo de absorción de los iones potasio (K^+), nitrato (NO_3^-), fósforo (PO_4^-) y calcio (Ca^{++}); afecta la translocación y el reciclado de iones en la planta; el sistema radicular no se desarrolla en forma óptima; las raíces profundizan menos y hay menos ramificaciones, y no hay división y crecimiento celular, y por lo tanto las plantas presentan menor desarrollo.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Se consideró que unidades de tierra con presencia de conductividades eléctricas mayor de 4 dS/m no son aptos para el establecimiento del cultivo comercial de cacao debido a que las probabilidades de un buen desarrollo vegetativo son muy bajas.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información. En los estudios generales de suelos escala: 1:100.000 solamente aparece presencia o no de sales. Además, la presencia de sales no se presenta de manera uniforme, varía tanto de forma horizontal como vertical y también en el transcurso del año; la presencia se evidencia en forma de manchas (las sales se presentan como afloramientos de costras blancas, mientras que el sodio, como 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.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Los suelos salinos o no salinos se obtuvieron a partir de la base de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), que corresponde a conductividades eléctricas $> 4,0$ dS/m y $pH < 8,2$ para suelos salinos, y conductividades $< 4,0$ para suelos normales o no salinos. La calificación de salino o no salino 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.</p> <p>Los límites de variación se construyeron a partir de la tabla de fertilidad en la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014).</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y los estudios de Fedecacao y el Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos con conductividades eléctricas < 2 dS/m; con aptitud moderada (A2), entre 2 y 4 dS/m, suelos ligeramente salinos; se excluyen los suelos salinos (N1), por presentar restricciones severas durante el ciclo del cultivo.

Salinidad de los suelos

Salinidad (CE) dS/m	Aptitud
No salino (< 2)	A1
Ligeramente salino (2-4)	A2
Salino (> 4)	N1

Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos. (Segunda edición.)*, Bogotá: IGAC, pp. 148 y 149.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE SALINIDAD
CRITERIO TOXICIDAD DE SUELOS

1.7.2. Variable saturación de aluminio

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD DE SUELOS		
VARIABLE: SATURACIÓN DE ALUMINIO	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Proporción de Al⁺³ en el complejo de cambio y en la solución del suelo. Corresponde a la acidez intercambiable; se debe a los iones Al⁺³ y H⁺ intercambiables (desplazables) con una sal neutra (KCl). También incluye pequeñas cantidades de hierro, manganeso y zinc intercambiables (Garavito, 1979). La saturación de aluminio del suelo (SAI) hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al⁺³), que es abundante en suelos ácidos con pH < 5,5, el cual afecta el desarrollo de las plantas: inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo e impide la absorción del calcio, magnesio y potasio.</p> <p>Se ha establecido que cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al⁺³ en la solución del suelo, la saturación es < 60 % y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al, y cuando es > 60 %, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortés y Malagón, 1984).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>La saturación de aluminio se tiene en cuenta en la zonificación del cultivo de cacao debido a que la presencia de este elemento es el factor más restrictivo en el crecimiento y la producción de los suelos ácidos. Limita la degradación microbiana de la materia orgánica, inhibe el crecimiento de las raíces y como consecuencia reduce la toma de agua y de nutrientes, lo que afecta la productividad del cultivo comercial de cacao; igualmente, los excesos de aluminio disminuyen la disponibilidad del fósforo.</p> <p>Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al⁺³ intercambiable es necesario aplicar altas dosis de cal, para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar variedades de plantas que sean tolerantes a la acidez (Cortés y Malagón, 1984).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Todas las unidades cartográficas con más del 90 % de saturación de aluminio se calificaron como no aptas (N1) para el cultivo comercial de cacao.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Debido a que la mayoría de las unidades cartográficas de suelos en la escala 1:100.000 son asociaciones, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de esta existen áreas de diferentes tamaños que tienen contenidos de aluminio diferente al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>La calificación de aptitud de los diferentes contenidos de aluminio (Al⁺³) se obtuvo a partir de la base de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).</p> <p>Los rangos se obtuvieron de la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014), que corresponde a contenidos bajos de aluminio, < 30 %; medios, de 30 a 60 %; altos, de 60 a 90 %, y muy altos, suelos con contenidos > 90 %.</p> <p>La calificación para obtener estos rangos se hizo 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.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Teniendo como base las diferentes consultas con gremios, productores y los estudios de Fedecacao y el Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos con saturación de aluminio < 30 % (A1); aptitud moderada (A2), de 30 a 60 %; aptitud baja, saturaciones de aluminio entre 60,1 y 90 %, y se excluyen las saturaciones de aluminio muy altas, con valores > 90 %.

Rangos de aptitud

Saturación de aluminio (%)	Aptitud
< 30	A1
30-60	A2
60-90	A3
> 90	N1

Unidad de análisis

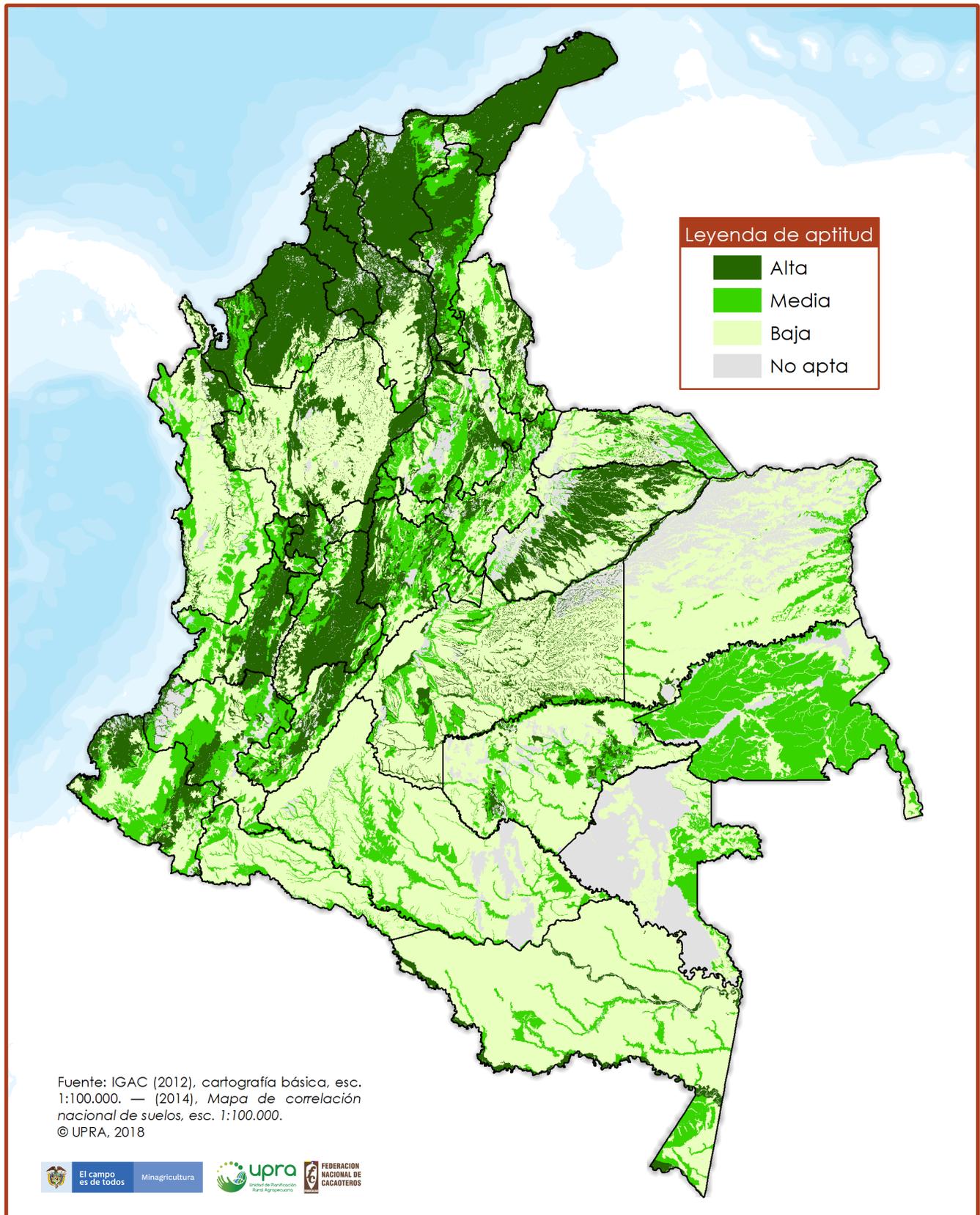
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos (segunda ed.)*, Bogotá: IGAC, pp. 148 y 149.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales*. Bogotá: IGAC.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE SATURACIÓN DE ALUMINIO
CRITERIO TOXICIDAD DE SUELOS

1.8. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Acidez (pH), expresada como pH.</p> <p>Capacidad de intercambio catiónico, expresada como cmol/kg.</p> <p>Saturación de bases, expresada en porcentaje (%).</p> <p>Carbono orgánico, expresado en porcentaje (%).</p>		
DEFINICIÓN		
<p>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). Contiene las variables que inciden en el aporte y almacenamiento de los nutrientes, y está relacionada directamente con los contenidos en el suelo de los elementos mayores, secundarios y menores, esenciales para el desarrollo del cacaotero.</p> <p>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 (FAO, 1976). 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.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>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 un pH adecuado, las plantas tienen la posibilidad de obtener los nutrientes del suelo en forma fácil y oportuna, lo cual se verá reflejado en un buen desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo comercial de cacao.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Las áreas cuyos pH sean $< 4,0$ y $> 7,8$ no se consideran aptas (N1).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, donde para cada una de las variables que conforman el criterio se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen calificaciones diferentes al componente mayor y que corresponden a aptitudes diferentes.</p> <p>En los análisis de los estudios generales de suelos se encuentran los contenidos de los elementos mayores y las variables que son responsables de su almacenamiento, como la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y el pH como factor que determina la disponibilidad de cada uno de los elementos.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 2,8 %		

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de nutrientes se extractaron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013), dando la calificación que se consideró adecuada de acuerdo con diferentes consultas con el gremio, productores y los estudios de Fedecacao.

Acidez (pH)	Aptitud	Saturación de bases (%)	Aptitud	CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud	Carbono orgánico (%)	Aptitud
5,6-6,5	A1	> 50	A1	> 20	A1	> 2	A1
6,6-7,8	A2	25-50	A2	10-20	A2	1-2	A2
4,1-5,5	A3	< 25	A3	< 10	A3	< 1	A3
< 4,0 y > 7,8	N1	-	-	-	-	-	-

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 representa en el desarrollo ideal del cultivo: acidez (pH) y CIC, 30 % cada una; saturación de bases y carbono orgánico, 20 % cada una.

pH	CIC	SB %	CO (%)	Aptitud
5,6-6,5	> 20	> 50	> 2	A1
			1-2	A1
			< 1	A1
		25-50	> 2	A1
			1-2	A2
			< 1	A2
		< 25	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
	10-20	> 50	> 2	A1
			1-2	A2
			< 1	A2
		25-50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A2
		< 25	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
	< 10	> 50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		25-50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
< 25		> 2	A3	
		1-2	A3	
		< 1	A3	

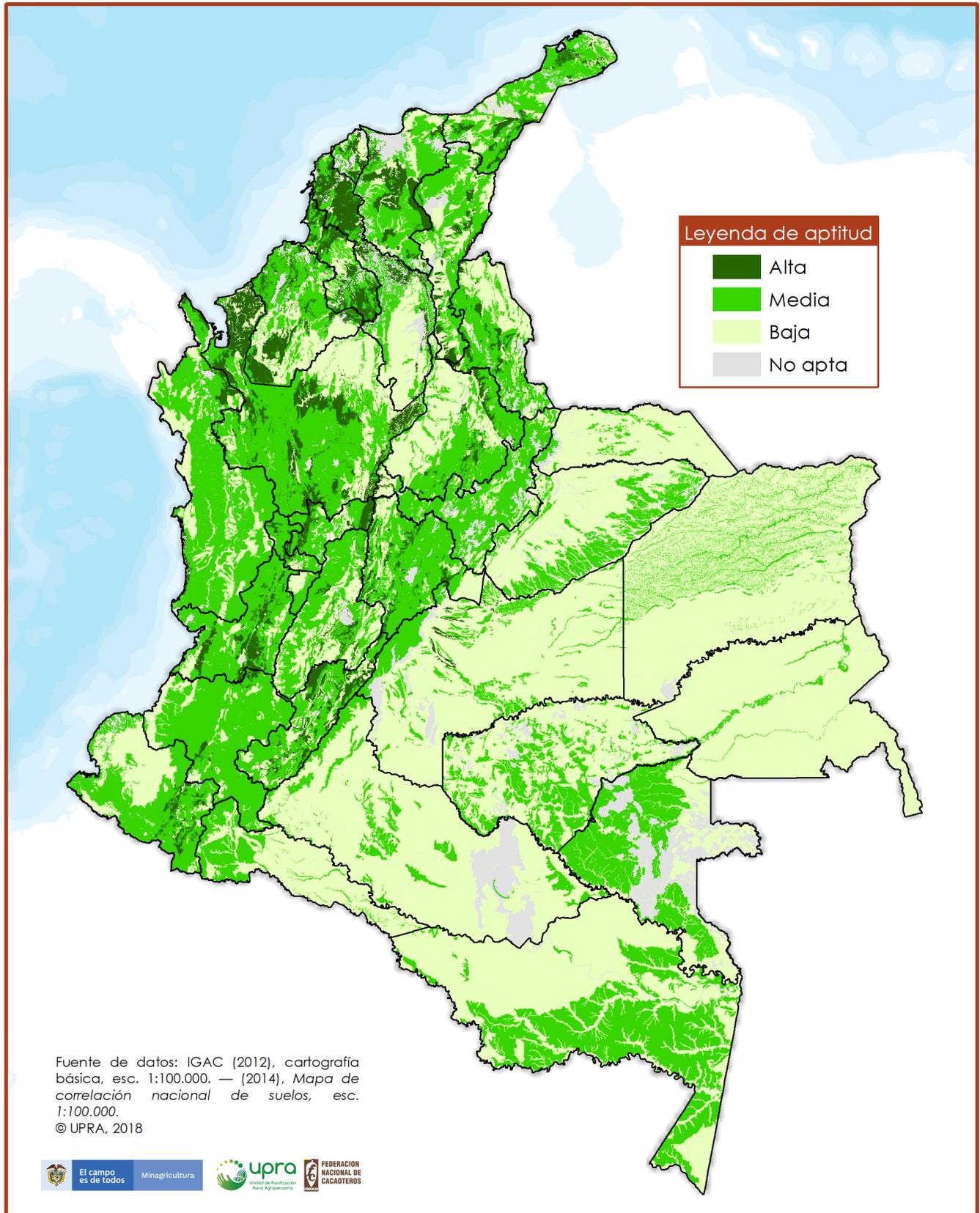
pH	CIC	SB %	CO (%)	Aptitud
6,6-7,8	> 20	> 50	> 2	A1
			1-2	A1
			< 1	A2
		25-50	> 2	A1
			1-2	A2
			< 1	A2
		< 25	> 2	A1
			1-2	A2
			< 1	A3
	10-20	> 50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A2
		25-50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A2
		< 25	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
	< 10	> 50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		25-50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
< 25		> 2	A3	
		1-2	A3	
		< 1	A3	

pH	CIC	SB %	CO (%)	Aptitud
4,0-5,5	> 20	> 50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		25-50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		< 25	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
	10-20	> 50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		25-50	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		< 25	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
	< 10	> 50	> 2	A2
			1-2	A3
			< 1	A3
		25-50	> 2	A3
			1-2	A3
			< 1	A3
< 25		> 2	A3	
		1-2	A3	
		< 1	A3	
< 4 y > 7,8	Cualquiera	Cualquiera	N1	N1

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- FAO. (1976). «A Framework for Land Evaluation». En: *Soils Bulletin 32*.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

1.8.1. Variable acidez (pH)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE																										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO																									
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO																										
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES																										
VARIABLE: ACIDEZ (pH)	UNIDAD DE MEDIDA: Unidades de pH																									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√																								
	Análisis jerárquico	√																								
	Exclusión legal																									
	Condicionante																									
DEFINICIÓN																										
<p>pH: este término fue introducido por Sørensen en 1909 para expresar las actividades de los iones H^+ (a_{H^+}) como una función logarítmica. El pH puede definirse como:</p> $pH = \log 1 / \log(a_{H^+}) = -\log a_{H^+} = -\log(\infty H^+)$ <p>Según el anterior análisis, para soluciones diluidas se define pOH como:</p> $pOH = -\log(OH^-)$ <p>Para el agua pura a 25 °C, se tiene que:</p> $(H^+)(OH^-) = 1 \times 10^{-14}$ <p>Tomando logaritmos:</p> $\log(H^+) + \log(OH^-) = \log(1 \times 10^{-14})$ $\log(H^+) + \log(OH^-) = -14$ <p>Multiplicando por -1:</p> $-\log(H^+) - \log(OH^-) = 14$ <p>Sustituyendo:</p> $pH + pOH = 14$ <p>Cuando la concentración de H^+ es igual a la concentración de OH^-, se dice que el medio es neutro. Un medio ácido es aquel en que la concentración de iones H^+ es mayor que la concentración de OH^-. Un medio básico es en el que la concentración de H^+ es menor que la concentración de OH^-. Según esto, el agua es una sustancia neutra, y a 25 °C, el pH de la neutralidad es 7.</p> <p>Acidez: un suelo ácido será 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 (IGAC, 1979).</p> <p>El IGAC (2010), en el manual codificado de reconocimiento de suelos, clasifica el pH de la siguiente manera:</p> <p style="text-align: center;">Clases por rango de valores de pH</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>pH</th> <th>Clase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>< 3,5</td> <td>Ultraácido</td> </tr> <tr> <td>3,5-4,4</td> <td>Extremadamente ácido</td> </tr> <tr> <td>4,5-5,0</td> <td>Muy fuertemente ácido</td> </tr> <tr> <td>5,1-5,5</td> <td>Fuertemente ácido</td> </tr> <tr> <td>5,6-6,0</td> <td>Moderadamente ácido</td> </tr> <tr> <td>6,1-6,5</td> <td>Ligeramente ácido</td> </tr> <tr> <td>6,6-7,3</td> <td>Neutro</td> </tr> <tr> <td>7,4-7,8</td> <td>Ligeramente alcalino</td> </tr> <tr> <td>7,9-8,4</td> <td>Moderadamente alcalino</td> </tr> <tr> <td>8,5-9,0</td> <td>Fuertemente alcalino</td> </tr> <tr> <td>> 9,0</td> <td>Muy fuertemente alcalino</td> </tr> </tbody> </table>			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
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 químicas más importantes de los suelos; de este depende en gran parte la disponibilidad de nutrientes para las plantas, ya sea porque determina su solubilidad o porque controla la clase y el 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 capacidad de intercambio catiónico (CIC) de suelos y raíces, enfermedades de las plantas y otras propiedades importantes (IGAC, 1979).

El pH del suelo tiene una importancia determinante para la disponibilidad de los iones nutritivos, lo que incide directamente en el crecimiento vegetal. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes que permanecen en forma no disponible para las plantas. Afecta el proceso fisiológico de absorción de nutrientes por parte de las raíces, ya que todas las especies vegetales presentan unos rangos característicos de pH en los que su absorción es ideal; fuera de este rango, la absorción radicular se dificulta y si los valores de pH son extremos, puede verse deteriorado el sistema radical o se pueden presentar toxicidades debido a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (aluminio). Asimismo, incide en 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

Los suelos con pH < 4,0 y > 7,8 se consideran no aptos (N1) para el cultivo comercial de cacao, puesto que estos valores extremos presentan restricciones para la asimilación de la mayor parte de los nutrientes.

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, se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen pH diferente al componente calificado, lo cual generaliza una unidad dentro de un rango de aptitud.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La variable de pH se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, que fue suministrado por el IGAC. Es importante aclarar que los valores de pH se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

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.

Variable	A1	A2	A3	N1
	5,6-6,5	6,6-7,8	4,1-5,5	≤ 4,0 y > 7,8
Acidez (pH)	Moderadamente ácido a ligeramente ácido	Neutro a ligeramente alcalino	Extremadamente ácido a fuertemente ácido	Ultraácido a extremadamente ácido y de ligeramente alcalino a muy fuertemente alcalino

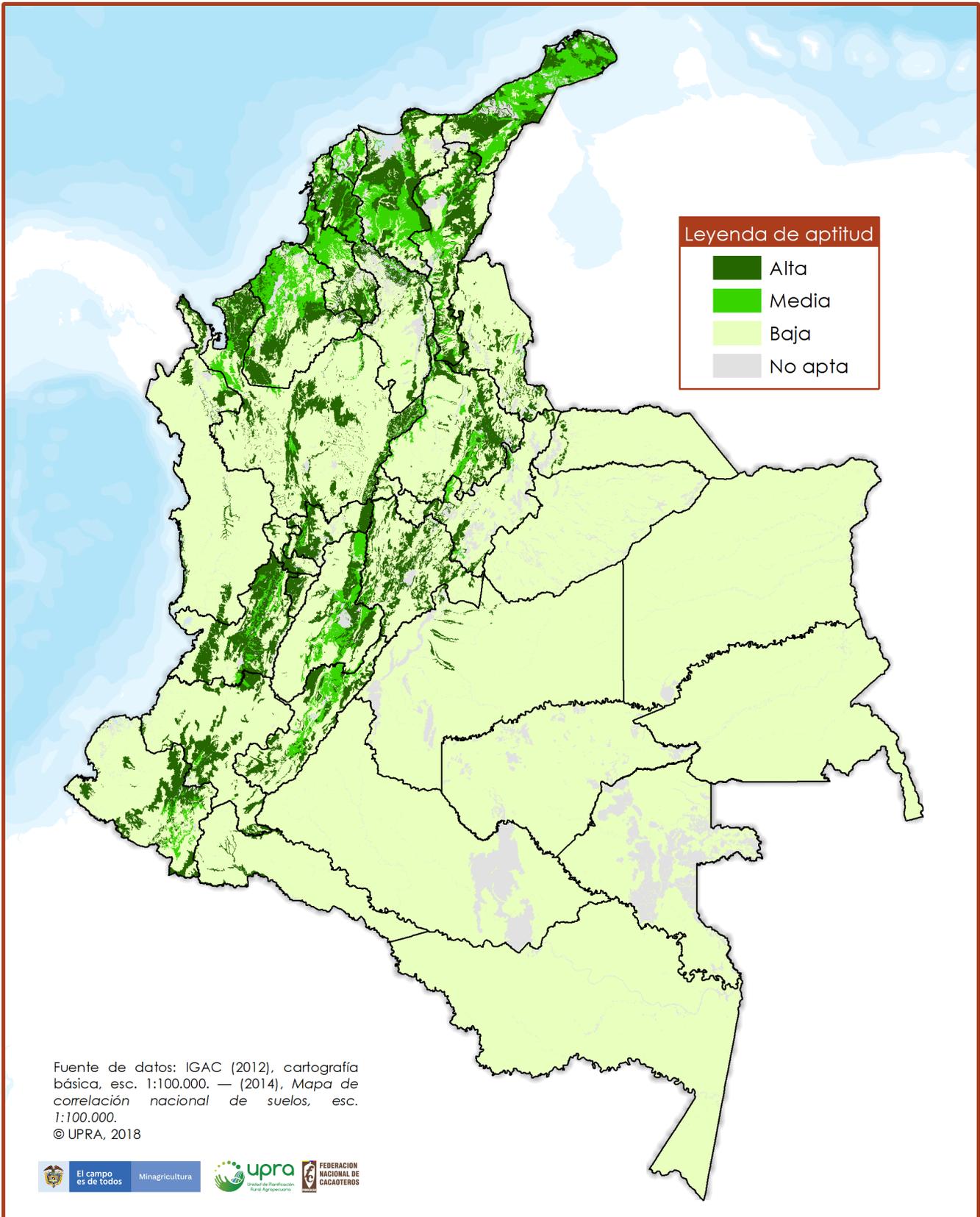
Unidad de análisis

Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos. (Segunda ed.)*, Bogotá: IGAC, pp. 30 y 128.
- -. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. (Segunda ed.)*, San José de Costa Rica: IICA

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ACIDEZ (pH)
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

1.8.2. Variable capacidad de intercambio catiónico

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
VARIABLE: CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO	UNIDAD DE MEDIDA: cmol/kg de suelo	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Capacidad del suelo para retener cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn, NH₄), algunos de los cuales son necesarios para la nutrición de las plantas y la regularización de la disponibilidad de nutrientes.</p> <p>De acuerdo con Chapman (1965), citado en IGAC (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 gramos de suelo o del material edáfico al que se le determinó. La capacidad de intercambio de cationes y aniones constituye 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).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se ha considerado en la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao por ser una de las variables de mayor relevancia en la nutrición vegetal. 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. Interviene en los procesos de floculación y dispersión de la arcilla y, por consiguiente, en la estructura y estabilidad de los agregados.</p> <p>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, y 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).</p> <p>Suelos con baja CIC pueden retener pocos cationes y, en consecuencia, requieren dosis altas y más frecuentes de fertilizantes que los suelos con alta CIC (Cortés y Malagón, 1984).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>No se determinó área no apta por esta variable debido a que las unidades de tierras con baja capacidad de intercambio catiónico se pueden manejar con aplicación de enmiendas para aumentar la capacidad de retener nutrientes.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones; se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad; esto significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones de diferente al componente calificado, lo cual generaliza una unidad dentro de un rango de aptitud.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>La CIC se obtuvo a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa integrado de geopedología a nivel nacional escala 1:100.000, que fue suministrado por el IGAC. Es importante aclarar que los valores de esta variable se tomaron de los horizontes superficiales de los perfiles modales.</p> <p>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).</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Los rangos seleccionados de acuerdo con la literatura consultada y socializada con el gremio y productores son los siguientes:

Capacidad de intercambio catiónico (cmol/kg de suelo)	Aptitud
Alta (> 20)	A1
Media (10-20)	A2
Baja (< 10)	A3

Unidad de análisis

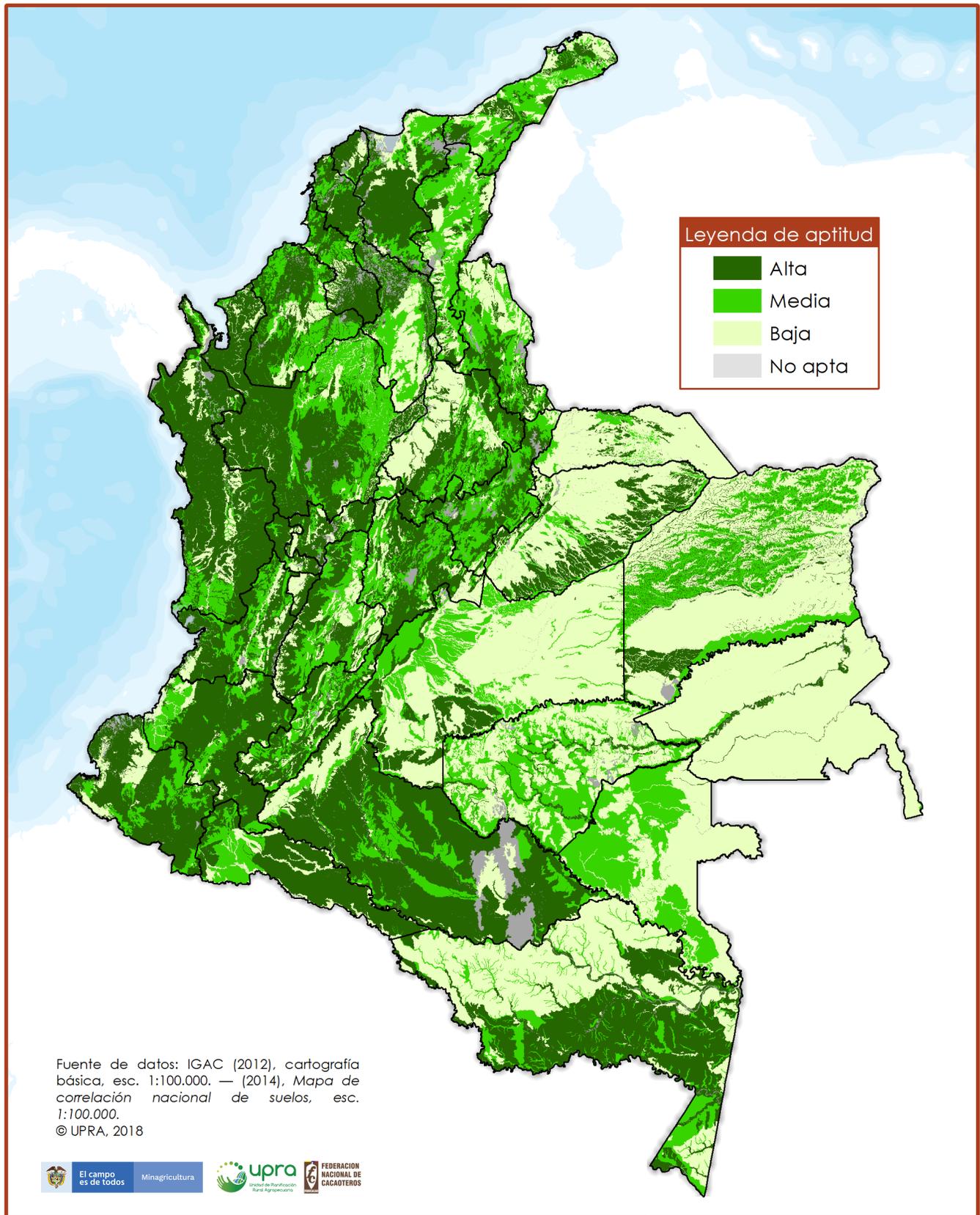
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 360 pp.
- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. (Segunda ed.)*, San José de Costa Rica: IICA.
- IGAC. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. Bogotá: IGAC, pp. 423-427.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales, uso interno*.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

1.8.3. Variable saturación de bases

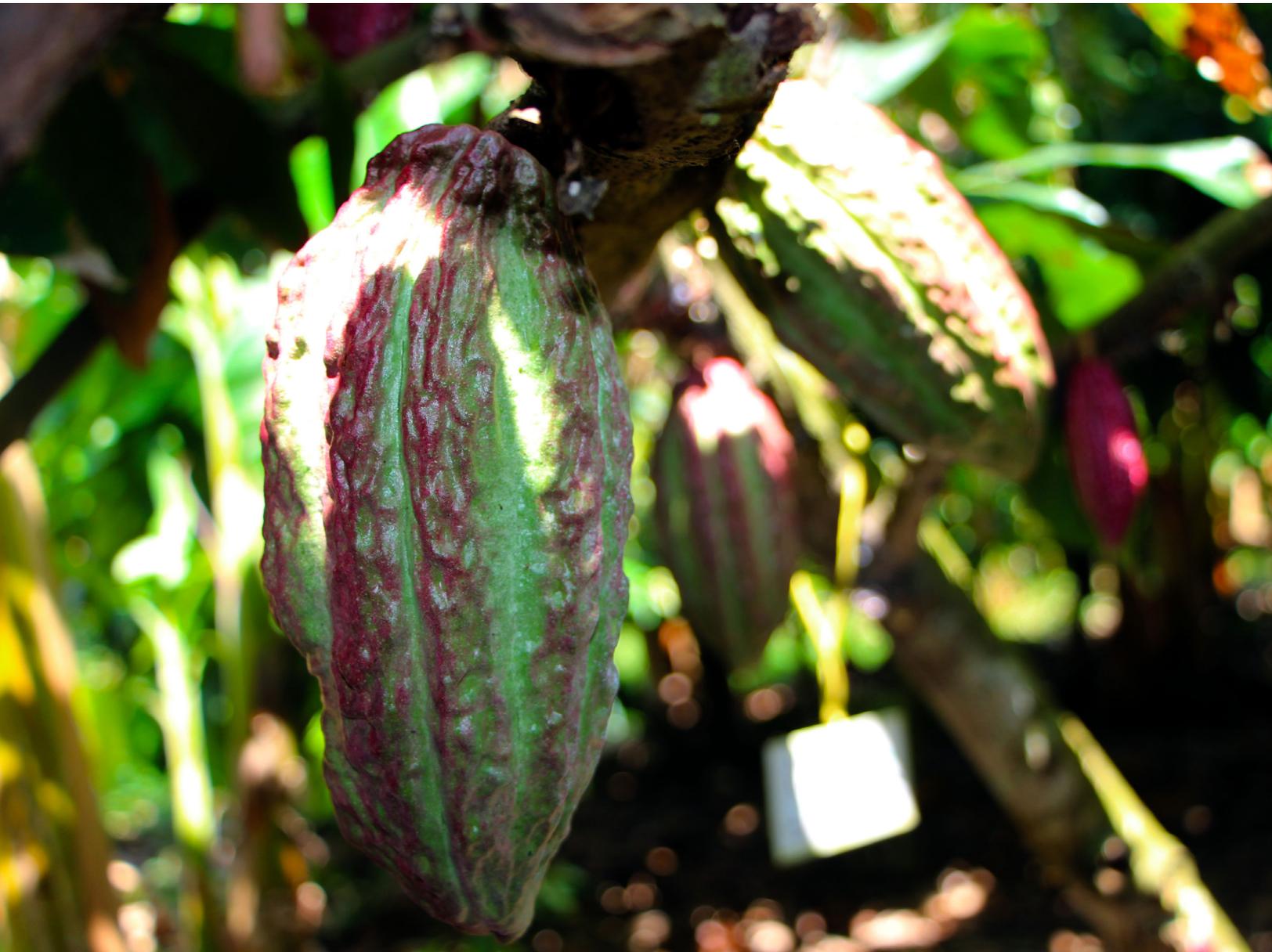
FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: EDÁFICO										
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES										
VARIABLE: SATURACIÓN DE BASES	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico	√								
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
Total de cationes cambiabes (Ca, Mg, K y Na), expresado como un porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico; el porcentaje de acidez intercambiable (Al y H) corresponde al complemento del 100 %.										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO										
<p>En la medida en que la saturación de bases sea mayor y el complejo de cambio está saturado con elementos nutritivos, mejores son las condiciones para las plantas de cacao. Una mayor saturación de bases indica disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente cuando la capacidad de intercambio catiónica es elevada.</p> <p>La saturación de bases cambiabes, calculada mediante la proporción que ocupan en la CIC, disminuye a medida que aumenta el grado de lavado y el intemperismo de los suelos (IGAC, 1995).</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO										
No se determinó área no apta por esta variable debido a que a las unidades de tierras con baja saturación se les pueden aplicar enmiendas para regular el contenido de bases.										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, 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 unidad existen áreas de diferentes tamaños que tienen saturaciones diferentes al componente calificado, que corresponden a otras aptitudes.										
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN										
<p>La variable de saturación de bases se construyó a partir de la información de los resultados de laboratorio de suelos que proporciona la base de datos del mapa integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, suministrado por el IGAC.</p> <p>Es importante aclarar que los valores de saturación de bases se tomaron de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.</p>										
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD										
Los rangos seleccionados de acuerdo con los estudios consultados y socializados con los gremios y productores son los siguientes:										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Saturación de bases (%)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alta (> 50)</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Media (25-50)</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Baja (< 25)</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>			Saturación de bases (%)	Aptitud	Alta (> 50)	A1	Media (25-50)	A2	Baja (< 25)	A3
Saturación de bases (%)	Aptitud									
Alta (> 50)	A1									
Media (25-50)	A2									
Baja (< 25)	A3									

Unidad de análisis

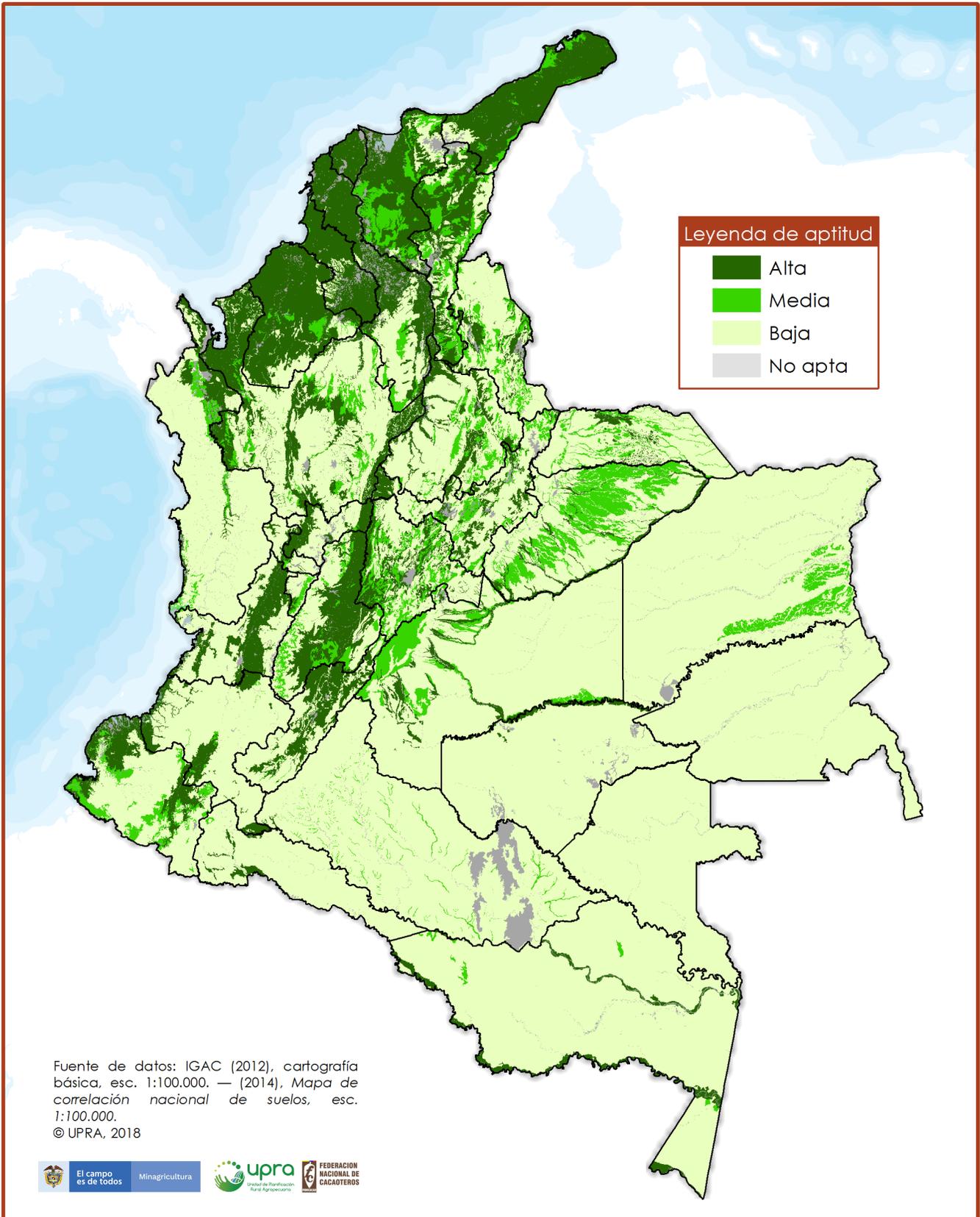
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*, pp. 423-427.
- -. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- Fassbender, H.; Bornemisza, E. (1987). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. (Segunda ed.)*, San José de Costa Rica: IICA).



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE SATURACIÓN DE BASES
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES



El campo es de todos

Minagricultura



FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS

1.8.4. Variable carbono orgánico

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
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										
<p>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.</p> <p>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).</p>										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO										
<p>El contenido de carbono orgánico del suelo es importante en la zonificación del cultivo comercial de cacao por relacionarse directamente con el contenido de materia orgánica, responsable de la dinámica de nutrientes en el suelo porque proporciona coloides de alta capacidad de intercambio catiónico; también modifica el pH, haciéndolo más ácido al aumentar su contenido en el suelo.</p> <p>En relación con las propiedades físicas, modifica la estructura y regula la distribución de los poros; en cuanto a la parte biológica, proporciona recursos energéticos a los organismos del suelo, mayoritariamente heterótrofos, en forma de carbono lábil, como hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular (Borie <i>et al.</i>, 1999).</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO										
<p>No se determinaron unidades de tierra no aptas por esta variable, debido a que en los sectores con bajos contenidos de materia orgánica se pueden aplicar enmiendas para mejorar el contenido de carbono orgánico.</p>										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
<p>La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones; se califica el componente taxonómico de mayor representatividad dentro de la unidad, lo cual significa que dentro de la misma existen áreas de diferentes cantidades de carbono orgánico, es decir, que hay sectores con aptitud diferente al componente calificado.</p>										
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN										
<p>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 integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, suministrado por el IGAC.</p> <p>Es importante aclarar que los valores de los contenidos de carbono orgánico del suelo se tomaron de los horizontes superficiales del perfil modal.</p>										
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD										
<p>Los rangos seleccionados de acuerdo con los estudios consultados y socializados con los gremios y productores son los siguientes:</p>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Carbono orgánico (%)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alto (> 2)</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Medio (1-2)</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Bajo (< 1)</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>			Carbono orgánico (%)	Aptitud	Alto (> 2)	A1	Medio (1-2)	A2	Bajo (< 1)	A3
Carbono orgánico (%)	Aptitud									
Alto (> 2)	A1									
Medio (1-2)	A2									
Bajo (< 1)	A3									

Unidad de análisis

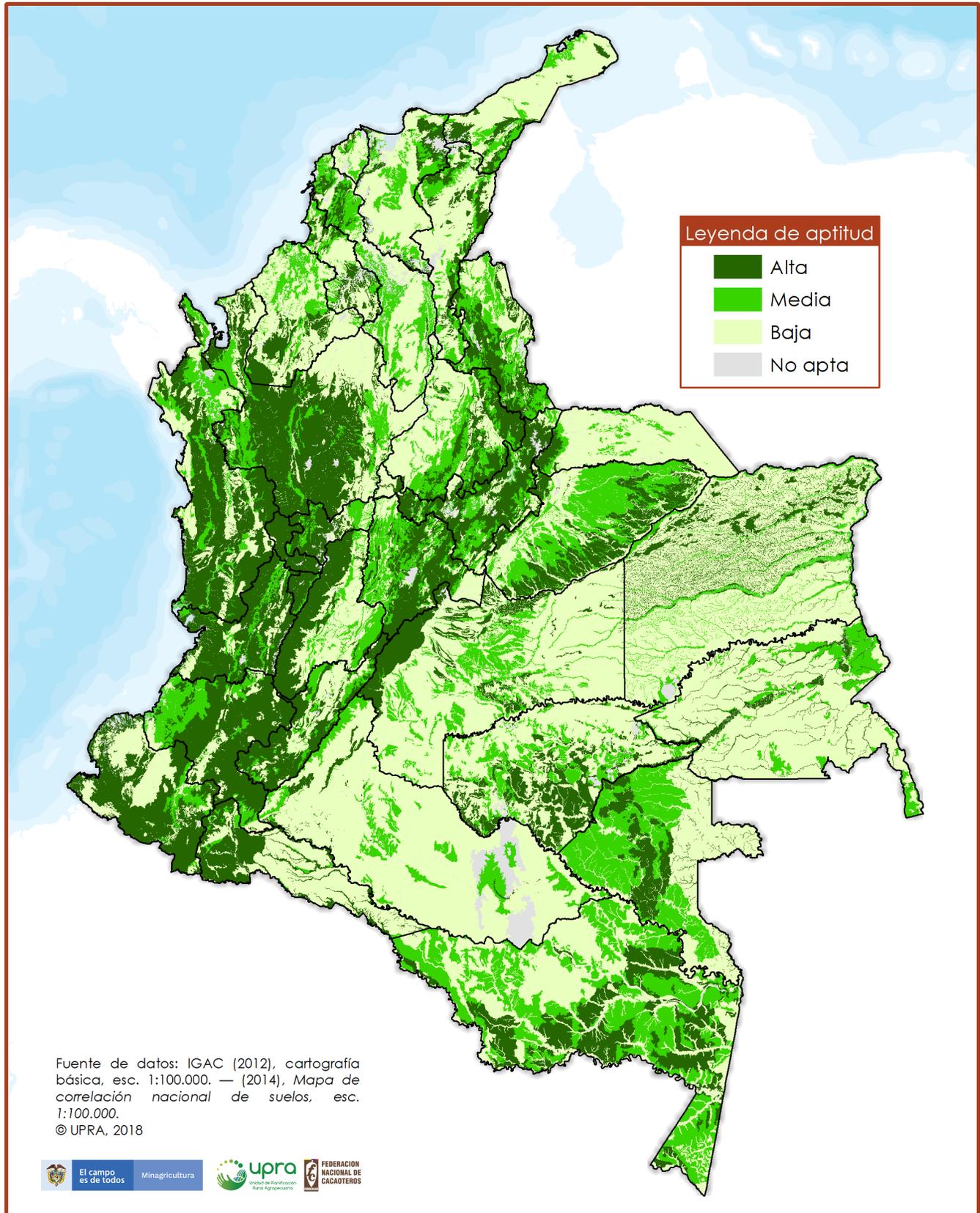
Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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)*, 119 pp.
- -. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- -. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- -. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*.
- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». En *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96.
- Singer, M. y Munns, D. (1996). *Soils: An Introduction* (tercera ed). EUA: Prentice-Hall Inc., 480 pp.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CARBONO ORGÁNICO
CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

1.9. CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO: RIESGO FITOSANITARIO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	√
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Temperatura media anual, expresada en grados centígrados (°C).</p> <p>Humedad relativa, expresada en porcentaje (%).</p> <p>Incidencia de monilia, expresada en niveles.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Condiciones, especialmente climáticas (temperatura y humedad relativa), que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) de la moniliasis en el cultivo de cacao, por su agresividad, nivel de daño e importancia económica. Además, tuvo en cuenta el reporte de incidencia, en este caso, se priorizó la moniliasis, causada por <i>Moniliophthora roreri</i>.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>El cultivo de cacao es afectado por enfermedades causadas por hongos, favorecidas por cultivos con mal manejo agronómico, excesiva altura de los árboles, suelos mal drenados y con exceso de sombrío, y por la no aplicación de las prácticas culturales tendientes a disminuir las fuentes de inóculo, como en el caso de la moniliasis, la escoba de bruja y la mazorca negra, con mayor nivel de prevalencia en temporadas con altos niveles de precipitación, en que se aumenta la humedad relativa.</p> <p>Las enfermedades más importantes en Colombia son la moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>), escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>), fitóptora (<i>Phytophthora spp.</i>) y, en menor porcentaje, el mal del machete (<i>Ceratocystis cacaofunesta</i>) y roselinia.</p> <p>Dentro del subcomponente fitosanitario, se identificaron los problemas más recurrentes a lo largo de las zonas productoras y a diferencia de muchos sistemas productivos, el control de estas limitantes sanitarias tiene una directa relación con las labores culturales tales como podas, drenaje, sombrío, sistema de cultivo, monitoreo fitosanitarios, entre otras prácticas, donde la intensidad en la utilización de herramientas de control químico o biológico es muy bajo en los sistemas de producción del país.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>No existe rango de exclusión para el criterio, dadas las prácticas de manejo que se pueden implementar dependiendo del nivel de incidencia.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>Base de datos actualizada por lo menos al 2014, de la información térmica y de humedad relativa de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo está hasta 2010.</p> <p>La principal limitante del criterio evaluado es la consecución de información epidemiológica de los patógenos que afectan el cultivo de cacao con seriales históricos recientes.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 2,4 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>Para el ejercicio de zonificación y determinación de zonas se utilizaron las variables de humedad relativa y temperatura, y meses secos continuos; estas variables fueron establecidas según la discusión técnica realizada por parte del grupo del componente físico y a la experiencia de los profesionales de fitopatología y producción de cacao; una vez construidos los rangos, se realizó el cruzamiento de estas variables mediante un árbol de decisión.</p>		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

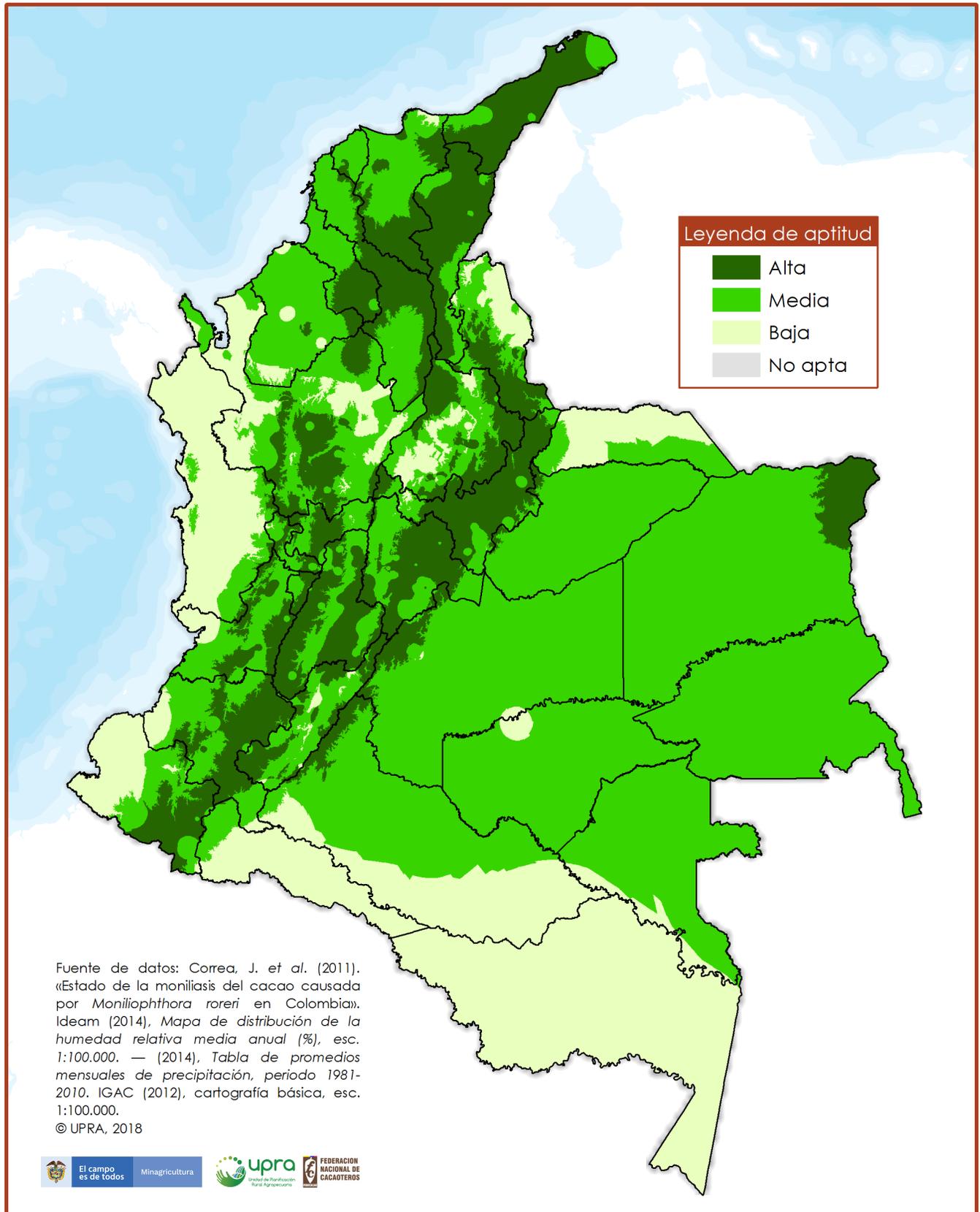
Criterio	Variables		Aptitud
	Temperatura media anual (°C), moniliasis	Humedad relativa (%), moniliasis	
Riesgo fitosanitario	< 20 y ≥ 28	< 75	A1
		≥ 75 - ≤ 85	A1
		> 85	A2
	≥ 20 - ≤ 24	< 75	A1
		≥ 75 - ≤ 85	A2
		> 85	A3
	> 24 - < 28	< 75	A2
		≥ 75 - ≤ 85	A3
		> 85	A3

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Correa, J.; Castro, S. y Coy, J. (2011). «Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia». En *Acta Agronómica*, vol. 63, núm. 4. Escuela de Ciencias, Universidad EAFIT, Medellín (Colombia), pp. 388-399. <<https://doi.org/10.15446/acag.v63n4.42747>>.
- Ideam. (2014). *Mapa de isothermas de Colombia, escala 1:100:000*.
- -. (2010). *Mapa de humedad relativa media multianual. Promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Correa, J. et al. (2011). «Estado de la moniliasis del cacao causada por *Moniliophthora roreri* en Colombia». Ideam (2014), *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual (%)*, esc. 1:100.000. — (2014), *Tabla de promedios mensuales de precipitación, periodo 1981-2010*. IGAC (2012), *cartografía básica*, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2018

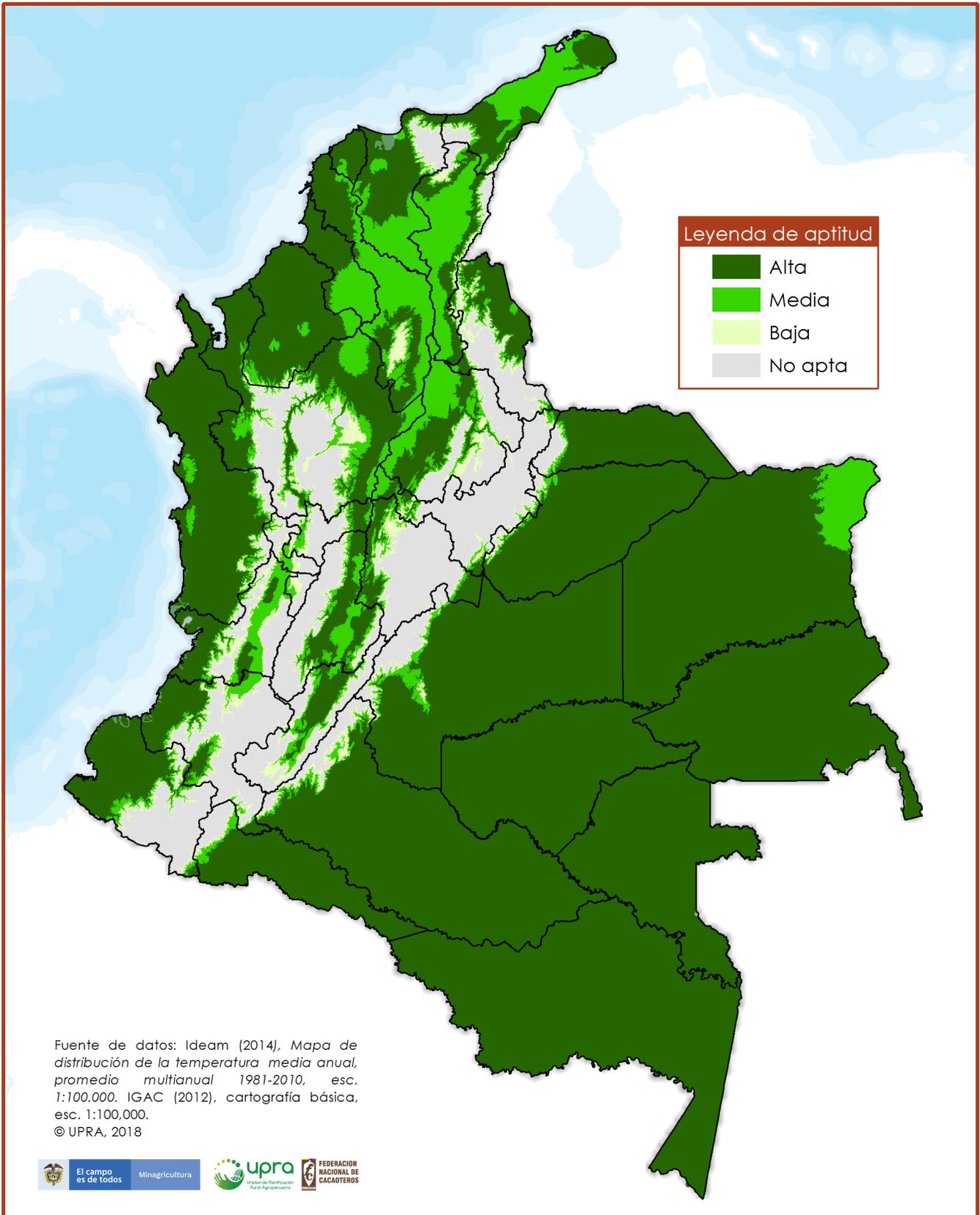


CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

1.9.1. Variable temperatura media anual

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
VARIABLE: TEMPERATURA MEDIA ANUAL		UNIDAD DE MEDIDA: °C
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Magnitud de calor presente en el ambiente con la cual un organismo fitopatógeno puede iniciar y completar su ciclo de vida.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
Los limitantes sanitarios del cacao presentan amplia relación con la temperatura del ambiente; las altas temperaturas junto con altos valores de humedad son el principal factor de desarrollo de las enfermedades. Sin embargo altas, temperaturas, > 26 °C, asociadas con humedades relativas bajas, < 70 %, son condiciones que rompen los ciclos infecciosos de las enfermedades.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
Los valores establecidos para la zonificación del cultivo de cacao referentes a la temperatura correspondieron a tres series o rangos que se relacionan completamente con el riesgo fitosanitario potencial. Para la determinación de riesgo fitosanitario bajo (A1), es decir, donde el cultivo comercial de cacao presenta las mejores condiciones, está en el rango entre 20 y 28 °C; para el riesgo fitosanitario medio (A2) de aparición y desarrollo de moniliasis, se determinaron temperaturas entre ≥ 20 y ≤ 24 °C, condiciones que permiten un desarrollo de la enfermedad a una tasa en la que el agricultor puede implementar medidas de mitigación y control, y como condiciones de riesgo fitosanitario alto (A3) para el desarrollo de limitantes sanitarios se determinaron zonas con condición de temperaturas entre 24 y 28 °C; estas zonas son aquellas donde las tasas de infección y desarrollo están a su máxima expresión, y el control debe ser estricto y consistente para evitar grandes pérdidas económicas.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Base de datos actualizada por lo menos al 2014, de la información térmica de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas, ya que la que se tiene solo esta hasta 2010. En consecuencia, el análisis espacial a nivel anual no refleja la condición térmica actual del país.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Serie histórica de la información: la información utilizada de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de isotermas anuales elaborado por el Ideam (2014), a escala 1:100.000, el cual se basa en una serie histórica de 1971 a 2010.		
Tratamiento de la información: se realizó un ejercicio de delimitación a nivel espacial de acuerdo con los rangos establecidos por el equipo profesional de trabajo del componente físico, con base en la experiencia profesional y referentes bibliográficos, actividad que fue soportada por la Oficina TIC de la UPRA.		
Unidad de análisis	La unidad final de análisis que se tomó fue el territorio nacional, dividido en sus diferentes niveles de riesgo.	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Ideam. (2014). <i>Mapa de isotermas de Colombia, escala 1:100:000.</i> IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000.</i> 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

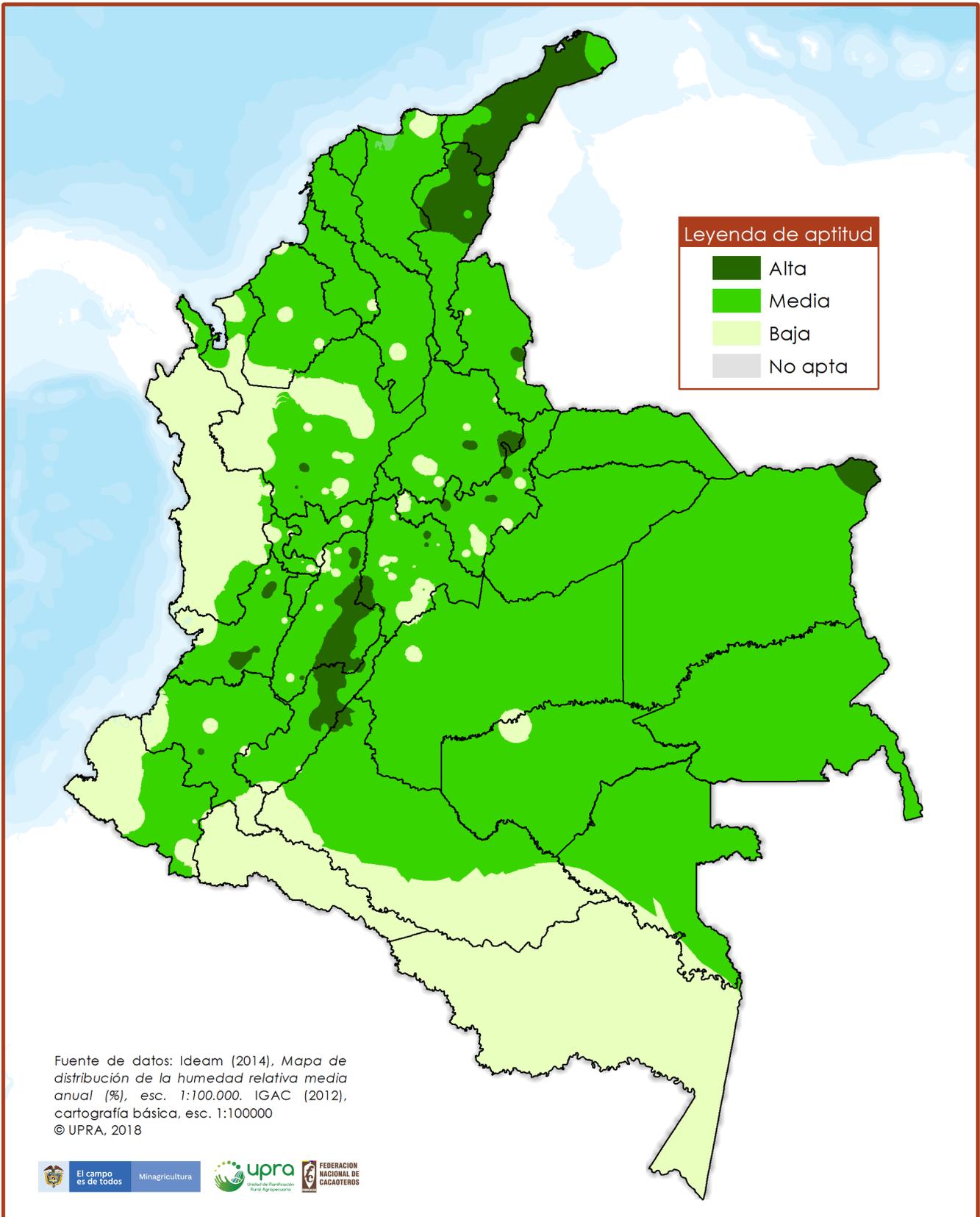


VARIABLE TEMPERATURA MEDIA ANUAL
CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

1.9.2. Variable humedad relativa

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
VARIABLE: HUMEDAD RELATIVA	UNIDAD DE MEDIDA: Porcentaje (%)	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Cantidad de vapor de agua presente en el ambiente con la cual un organismo fitopatógeno puede iniciar y completar su ciclo de vida.</p> <p>La humedad relativa es la relación porcentual entre la masa de vapor contenida actualmente en un volumen de aire y la que tendría el mismo volumen si estuviese saturado, a la misma temperatura. Se expresa en porcentaje y varía entre 0 y 100 %.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>El cacao es un cultivo afectado por una serie de limitantes fitosanitarios, entre los que se destaca la moniliasis, enfermedad directamente influenciada por la humedad del ambiente, ya que es un factor que desencadena su inoculación, desarrollo y proceso infeccioso. Al aumentar la humedad relativa, el patógeno se ve favorecido, en detrimento del cultivo.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Los valores de evaluación utilizados correspondieron a una diferenciación en rangos. Inicialmente, con valores de humedad relativa inferiores a 75 %, son zonas consideradas secas y zonas donde la moniliasis tiene riesgo muy bajo de completar su ciclo de desarrollo, es decir, la condición más apta para el cultivo comercial de cacao. Se utilizó una segunda clasificación con zonas con humedad promedio entre 75-85 %; estas zonas presentan condiciones que pueden favorecer el desarrollo de los patógenos, pero su proceso infeccioso se realiza a una tasa menor y su distribución está directamente relacionada con otros factores climáticos como la precipitación y temperatura. La última clasificación utilizada corresponde a zonas con valores de humedad relativa promedio por encima del 85 %; estas zonas presentan un alto riesgo para la aparición y el desarrollo de moniliasis, y se considera una condición marginal para el cultivo comercial del cacao, dadas las medidas de control que se deben implementar contra la enfermedad.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>Se evidencia que para la descripción detallada de esta variable se debería contar con un número mayor de estaciones meteorológicas que complementen la información debido a que la humedad relativa es ampliamente influenciada por condiciones de fuentes hídricas, pendientes, vegetación, entre otras, lo que genera microclimas que evidencian incrementos o disminuciones en los valores de humedad relativa reportadas en zonas con mayor extensión; estas zonas se denominan microclimas y deben ser objeto de análisis en una zonificación más detallada para el establecimiento del cultivo comercial de cacao.</p>		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<p>Serie histórica de la información: la información utilizada de base para las unidades térmicas se tomó del mapa de isohumas anuales elaborado por el Ideam (año 2010) a escala 1:100.000.</p> <p>Tratamiento de la información: el ejercicio se realizó utilizando gradientes de información con rangos de 5 %, como se presenta en el mapa de humedad relativa perteneciente a la entidad; el establecimiento de los rangos para determinación del nivel de riesgo se hizo en función de esta segmentación de valores y partió del concepto del equipo técnico del componente físico, con base en reportes bibliográficos y referencias técnicas. La actividad fue soportada por la Oficina TIC de la UPRA.</p>		
Unidad de análisis	La unidad final de análisis que se tomó fue el territorio nacional, dividido en sus diferentes niveles de riesgo fitosanitario.	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Ideam. (2010). <i>Mapa de humedad relativa media multianual. Promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.</i> IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000.</i> 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

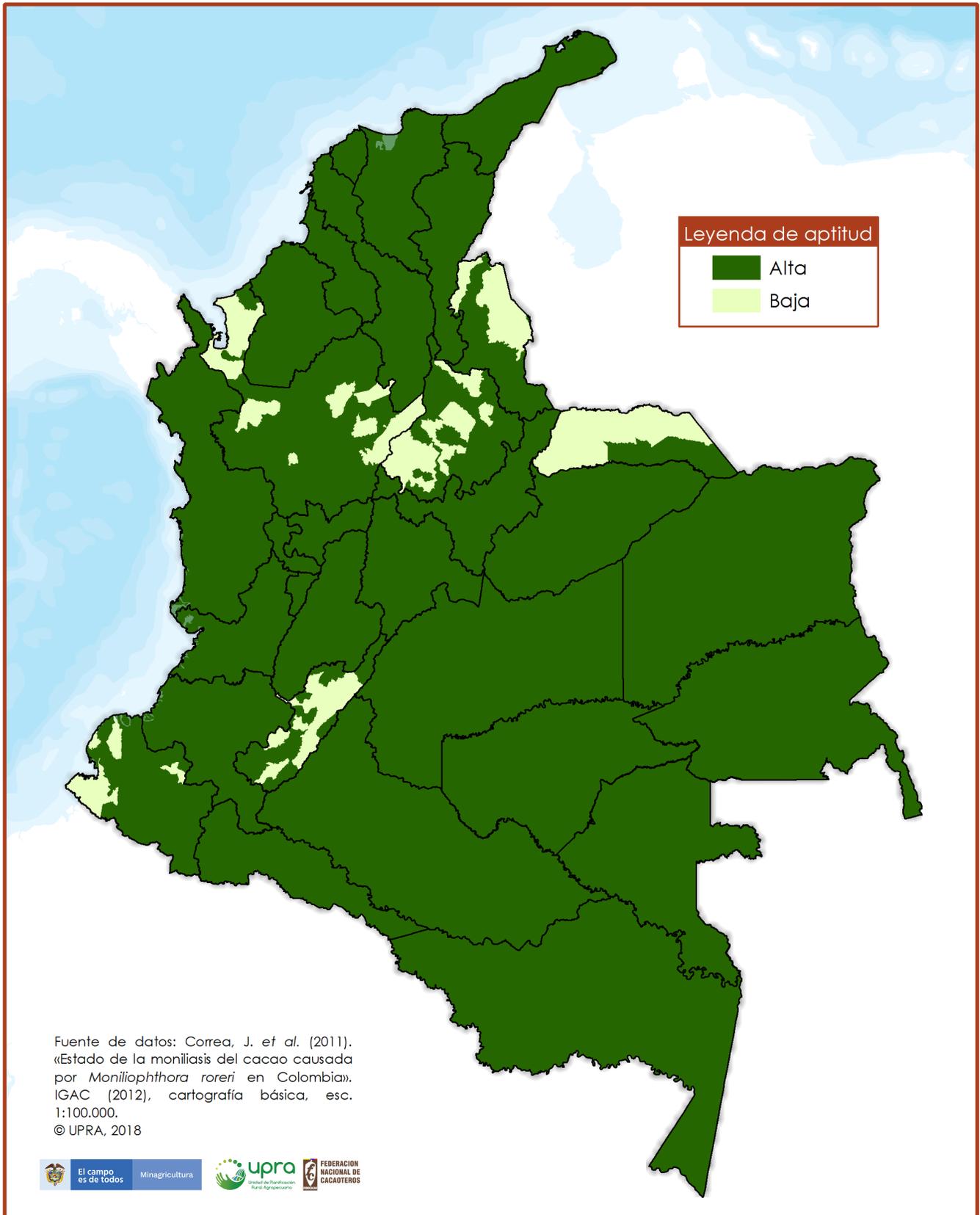


VARIABLE HUMEDAD RELATIVA
CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

1.9.3. Variable incidencia de monilia

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO
COMPONENTE: FÍSICO. SUBCOMPONENTE: FITOSANITARIO		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
VARIABLE: INCIDENCIA DE MONILIA		UNIDAD DE MEDIDA: Nivel de incidencia
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Distribución geográfica de la enfermedad, expresada como áreas biofísicas con alta presencia de limitantes sanitarios relacionados al cultivo de cacao.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
El cacao es un cultivo afectado por una serie de limitantes fitosanitarios, entre los que se destaca la moniliasis, que está directamente influenciada por condiciones ambientales. La producción intensiva de cultivos comerciales genera condiciones de presión de la enfermedad, que representan zonas donde su presencia se vuelve recurrente; esta distribución se denomina endemia de la enfermedad y se mide mediante niveles de incidencia, que se traduce en presencia o ausencia en cultivos comerciales establecidos dentro de una misma área geográfica que, para este ejercicio de zonificación, estuvo a nivel de municipio.		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
No existe rango de exclusión técnica (N1) dado que la enfermedad tiene manejo de acuerdo con su nivel de incidencia. Los valores de evaluación utilizados correspondieron a niveles de incidencia de la enfermedad reportados en los departamentos de mayor producción de cacao en el país. Los niveles considerados fueron incidencia alta de moniliasis (<i>Moniliophthora roreri</i>) para aptitud baja (A3) y otra clasificación que agrupa las zonas donde su incidencia es media/baja (A1).		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Los organismos fitopatógenos responden a diferentes estímulos o condiciones que hacen que su aparición y desarrollo biológico no esté enmarcado dentro de unas condiciones estrictas o constantes a lo largo del tiempo; debido a esto, generar información sobre procesos epidemiológicos solo puede analizarse dentro de un contexto de momento actual y solo permite hacer indicadores aproximados a la probabilidad de riesgo de aparición y desarrollo. Se concluye que la principal limitante la variable es la consecución de información epidemiológica de los patógenos del cultivo de cacao con seriales históricos recientes.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Serie histórica de la información: la información se basó en la revisión realizada al estado de monilia en el país por el investigador Javier Correa, de la Universidad EAFIT de Medellín, recopilación de la información realizada hasta el año 2011. Tratamiento de la información: el ejercicio se realizó utilizando gradientes de información con niveles de incidencia. El establecimiento de los rangos para determinación del nivel de riesgo se hizo en función del concepto y la experiencia del equipo técnico del componente físico, con base en reportes bibliográficos, actividad soportada por la Oficina TIC de la UPRA.		
Unidad de análisis	La unidad final de análisis que se tomó fue a nivel municipal, dividido en sus diferentes niveles de riesgo fitosanitario.	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Correa, J.; Castro, S. y Coy, J. (2011). «Estado de la moniliasis del cacao causada por <i>Moniliophthora roreri</i> en Colombia». En <i>Acta Agronómica</i>, vol. 63, núm. 4. Escuela de Ciencias, Universidad EAFIT, Medellín (Colombia), pp. 388-399. <https://doi.org/10.15446/acag.v63n4.42747>. IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. 		

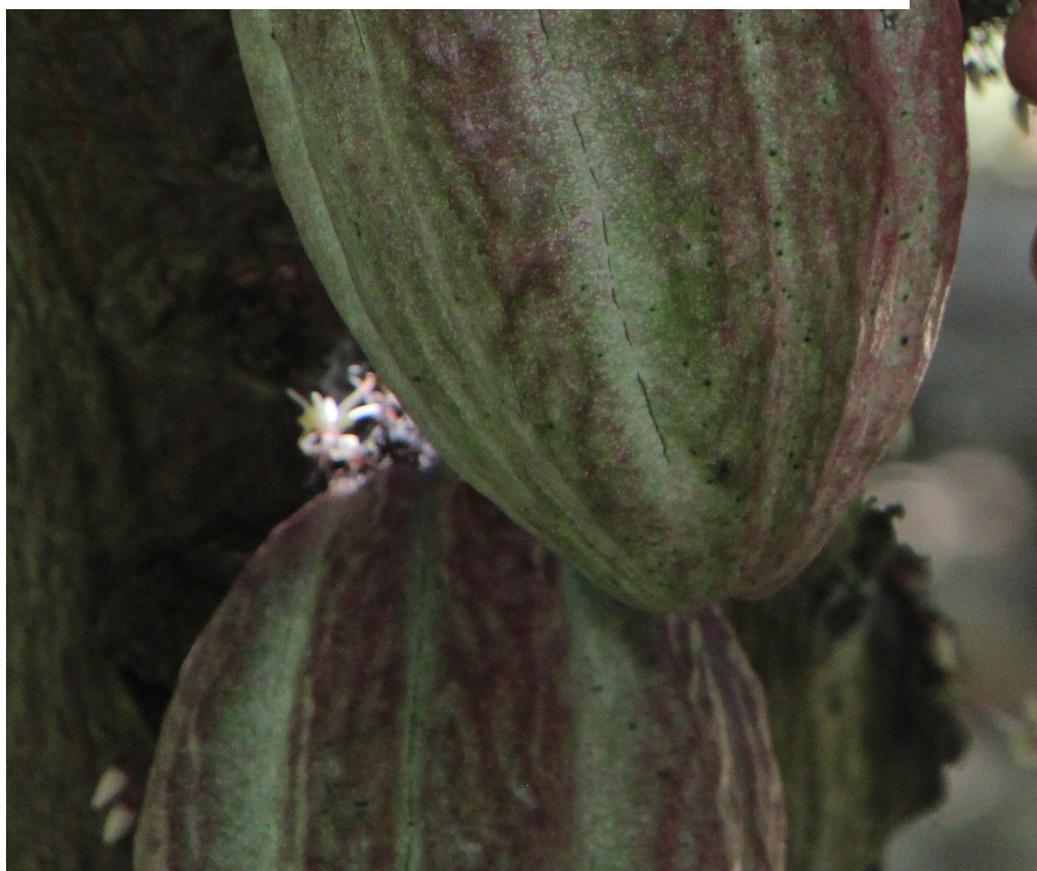
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE INCIDENCIA DE MONILIA
CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO



2. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO



2.1. CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: CAMBIO DE COBERTURA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Coberturas de la tierra, clasificación Corine Land Cover (CLC) adaptada para Colombia.		
DEFINICIÓN		
<p>Recubrimiento biofísico que se observa sobre la superficie de la tierra (adaptado de Di Gregorio, 2005). Describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra.</p> <p>La cobertura de la tierra y los cambios que ocurren dentro de ella son fundamentales para un gran número de procesos físicos del cambio global. Este criterio es relevante para determinar la aptitud del territorio debido a que es el resultado de la interacción de una serie de factores físicos, económicos, tecnológicos, institucionales y culturales que operan en diferentes escalas espaciales y temporales, y que se correlacionan con procesos que ocurren a nivel de los ecosistemas y las poblaciones biológicas; cualquier tipo de cambio de cobertura que ocurra por diversas actividades humanas inciden en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas, incluidas las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Lambin y Geist, 2006; Di Gregorio, 2005); es decir, las coberturas son el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos naturales y sociales característicos.</p> <p>Este criterio determina la favorabilidad o no del cambio de la cobertura, en el marco de la sostenibilidad del territorio, bajo los siguientes principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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		
Por medio de este criterio es posible identificar áreas con vegetación natural sujeta a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer cultivos comerciales de cacao, 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 comercial.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
Los limitantes identificados están relacionados con la información básica a través de la cual se construyó esta variable; en primer lugar, debe hacerse referencia a la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia», que si bien permite determinar la ocupación del suelo con información determinante 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 <i>et al.</i> , 2009).		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 2,0 %		

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la reclasificación de la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia», la cual proporciona las características temáticas que el país requiere para el conocimiento de sus recursos naturales, la evaluación de las formas de ocupación y apropiación del espacio geográfico, así como para la actualización permanente de la información, con lo cual se facilitan los procesos de seguimiento de los cambios y la evaluación de la dinámica de las coberturas terrestres (Ideam, 2010).

Para la construcción de este criterio fue necesario un análisis mucho más amplio e integral de las coberturas; para ello se empleó como referente geográfico la información referente a biomas desarrollada en el «Mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia» (Ideam *et al.*, 2007); a través de este análisis se calificó la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma en donde se localiza.

Mediante este ejercicio fue posible reclasificar cada una de las unidades de la cobertura de la tierra, asignando un grado de aptitud (A1, A2, A3 o N1); dicha reclasificación se fundamentó en el tipo de bioma en donde se localiza cada unidad de cobertura. Este procedimiento implicó analizar las características de cada bioma y su importancia ambiental, así como las cualidades de cada tipo de cobertura, con el fin de determinar el grado de aptitud o establecer si por sus características ambientales (sensibilidad, singularidad, rareza y distribución geográfica) hacen favorable o no el establecimiento de cultivos comerciales de cacao.

Para el caso del cacao, la definición de la aptitud tuvo en cuenta que es un cultivo destinado a la producción de alimento humano, por lo cual es compatible con las coberturas destinadas a la producción de alimentos. Por otra parte, se tomó en consideración que el cacao se siembra en sistemas agroforestales (SAF), los cuales favorecen «una cierta armonía entre la actividad del hombre y las fuerzas naturales de la sucesión, dado que son una forma de utilizar la tierra bajo el principio de uso múltiple, en forma integral, satisfaciendo las necesidades humanas» (Sotomayor *et al.*, 2008)

Descripción	Grado de aptitud
Se definen como zonas A1 aquellas áreas que por su productividad y cobertura actual cumplen con las condiciones idóneas para el establecimiento de actividades agrícolas, sin que el cambio de cobertura resienta ambientalmente la zona. Las unidades de cobertura con grado de aptitud A1 corresponden a aquellas zonas dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan las áreas de pastos limpios y los cultivos permanentes para la producción de materias primas industriales y fibras (adaptado de Ideam <i>et al.</i> , 2010). También incluyen cultivos agroforestales como cacao y mosaicos de cultivos con pastos.	A1
Una zona A2 cumple con las condiciones necesarias para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao, aunque sus condiciones de favorabilidad son menores a las de una zona A1, ya que un cambio de cobertura puede afectar la producción de alimentos básicos y algunas zonas que aún poseen algún grado de naturalidad. Las áreas de aptitud A2 son aquellas zonas dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos arbolados y los pastos enmalezados, así como los mosaicos de cultivos, los cultivos permanentes arbóreos y arbustivos. Dadas las particularidades del cacao, se considera que los cultivos permanentes o transitorios para la producción de alimentos tienen una favorabilidad moderada para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao.	A2
Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo comercial de cacao corresponden a coberturas en donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes dedicados a la producción de alimentos humanos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales. Las áreas A3 corresponden a aquellas coberturas en donde predominan los cultivos de ciclo corto o permanentes dedicados a la producción de alimentos humanos; también agrupa algunas unidades de coberturas naturales y seminaturales que pueden ser marginalmente aptas para cultivos comerciales de cacao, ya que si bien cumplen con algunas condiciones para el desarrollo de esta actividad, son zonas importantes para la producción de alimentos y en otros casos poseen características ambientales relevantes. Por lo tanto, un cambio de cobertura puede llegar tener un impacto considerable sobre las condiciones naturales y productivas de la zona.	A3
Las áreas N1 o zonas excluidas técnicamente están referidas principalmente a las coberturas naturales y seminaturales, las áreas húmedas, las superficies de aguas y los territorios artificializados. La categoría de aptitud N1 identifica principalmente aquellas áreas que por sus características naturales deben mantener su cobertura actual, y por lo tanto no pueden establecerse cultivos comerciales de cacao.	N1

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, la vegetación secundaria baja y las zonas quemadas, 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 1, por cobertura y bioma

Biomás	Unidades de cobertura										
	Algodón	Arroz	Cacao	Cultivos agroforestales	Mosaico de pastos y cultivos	Otros cultivos permanentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos limpios	Pastos arbolados	Plantación forestal	Plátano y banano
Halobioma del Caribe											
Halobiomas del Pacífico											
Helobioma de La Guajira											
Helobiomas andinos											
Helobiomas de la Amazonia y la Orinoquia											
Helobiomas del Magdalena y el Caribe											
Helobiomas del Pacífico y el Atrato											
Helobiomas del río Zulia											
Helobiomas del Valle del Cauca											
Litobiomas de la Amazonia y la Orinoquia											
Orobioma alto de Santa Marta											
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira											
Orobioma de La Macarena											
Orobioma de San Lucas											
Orobioma del Baudó y el Darién											
Orobioma medio de Santa Marta											
Orobiomas altos de los Andes											
Orobiomas azonales de Cúcuta											

Aptitud A2, por cobertura y bioma

Biomas	Unidades de cobertura													
	Arroz	Café	Caña	Maíz	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales	Otros cultivos permanentes arbóreos	Otros cultivos permanentes arbustivos	Pastos arbolados	Pastos enmalezados	Vegetación secundaria baja	
Halobioma del Caribe														
Halobiomas del Pacífico														
Helobioma de La Guajira														
Helobiomas andinos														
Helobiomas de la Amazonia y la Orinoquia														
Helobiomas del Magdalena y el Caribe														
Helobiomas del Pacífico y el Atrato														
Helobiomas del río Zulia														
Helobiomas del Valle del Cauca														
Litobiomas de la Amazonia y la Orinoquia														
Orobioma alto de Santa Marta														
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira														
Orobioma de La Macarena														
Orobioma de San Lucas														
Orobioma del Baudó y el Darién														
Orobioma medio de Santa Marta														

Orobiomas altos de los Andes													
Orobiomas azonales de Cúcuta													
Orobiomas azonales del río Sogamoso													
Orobiomas azonales del Valle del Patía													
Orobiomas azonales del río Dagua													
Orobiomas bajos de los Andes													
Orobiomas medios de los Andes													
Peinobiomas de la Amazonia y la Orinoquia													
Zonobioma alternohigrico o subxerofitico tropical del Alto Magdalena													
Zonobioma alternohigrico o subxerofitico tropical del Valle del Cauca													
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta													
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y la Orinoquia													
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo													
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y el Caribe													
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y el Atrato													
Zonobioma seco tropical del Caribe													

Aptitud A3, por cobertura y bioma

Biomias	Unidades de cobertura								
	Cebolla	Cultivos confinados	Herbazal denso de tierra firme	Otros cultivos permanentes herbáceos	Otros cultivos transitorios	Papa	Vegetación secundaria o en transición	Zanahoria	Zonas quemadas
Halobioma del Caribe									
Helobiomas andinos									
Helobiomas de la Amazonia y la Orinoquia									
Helobiomas del Magdalena y el Caribe									
Helobiomas del Pacífico y el Atrato									
Helobiomas del Valle del Cauca									
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira									
Orobioma de La Macarena									
Orobioma de San Lucas									
Orobioma del Baudó y el Darién									
Orobioma medio de Santa Marta									
Orobiomas altos de los Andes									
Orobiomas azonales de Cúcuta									
Orobiomas azonales del Valle del Paífa									
Orobiomas bajos de los Andes									
Orobiomas medios de los Andes									
Peinobiomas de la Amazonia y la Orinoquia									
Zonobioma alternohigríco o subxerofítico tropical del Alto Magdalena									
Zonobioma alternohigríco o subxerofítico tropical del Valle del Cauca									
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y la Orinoquia									
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo									
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y el Caribe									
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y el Atrato									
Zonobioma seco tropical del Caribe									

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)

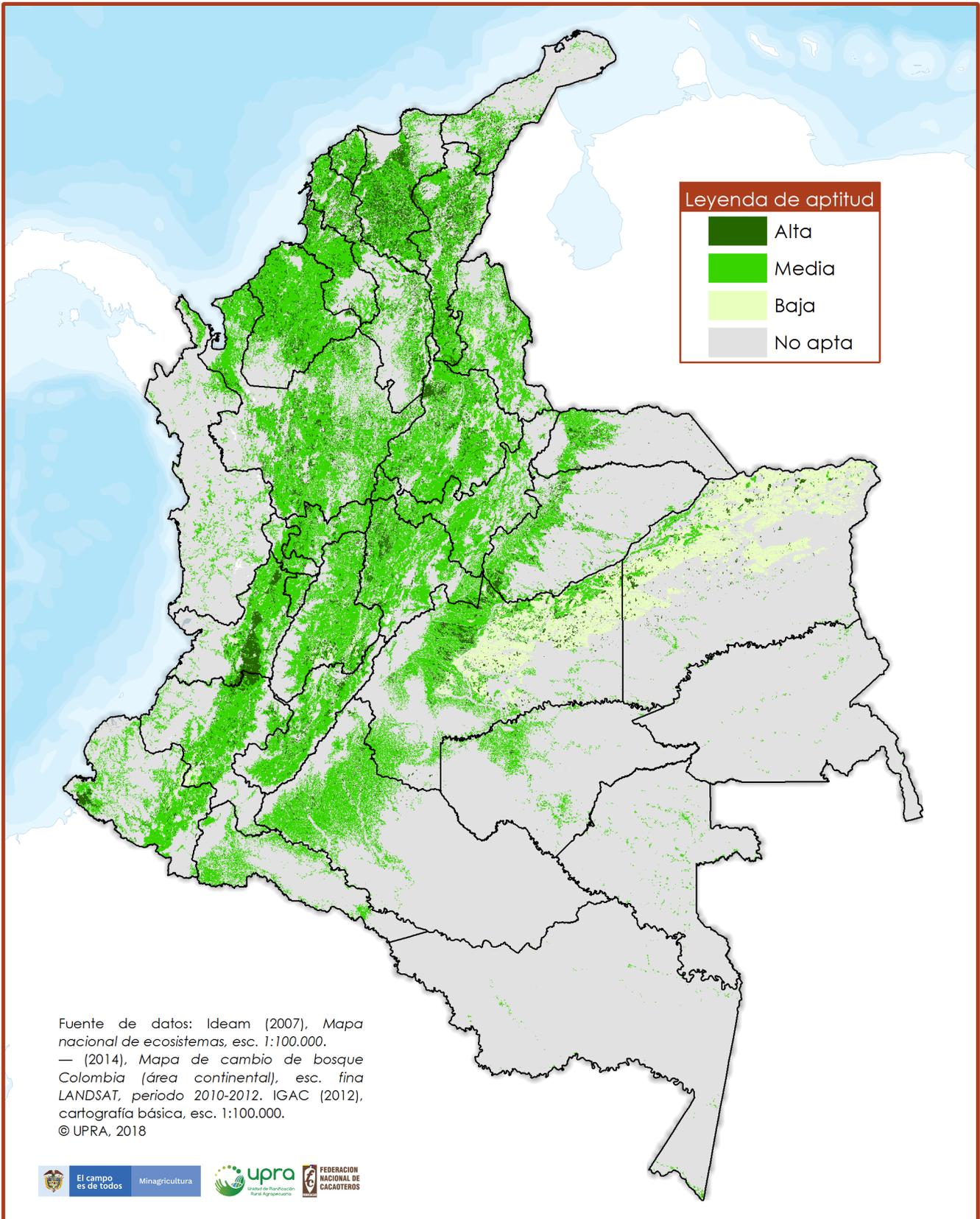
Biomás	Unidades de cobertura												
	Aeropuertos	Afloramientos rocosos	Arbustal abierto	Arbustal abierto esclerófilo	Arbustal abierto mesófilo	Arbustal denso	Arenales	Bosque abierto alto de tierra firme	Bosque abierto alto inundable	Bosque abierto bajo de tierra firme	Bosque abierto, bajo inundable	Bosque de galería y ripario	Bosque denso alto de tierra firme
Halobioma del Caribe													
Halobiomas del Pacífico													
Helobioma de La Guajira													
Helobiomas andinos													
Helobiomas de la Amazonia y la Orinoquia													
Helobiomas del Magdalena y el Caribe													
Helobiomas del Pacífico y el Atrato													
Helobiomas del río Zulia													
Helobiomas del Valle del Cauca													
Litobiomas de la Amazonia y la Orinoquia													
Orobioma alto de Santa Marta													
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira													
Orobioma de La Macarena													
Orobioma de San Lucas													
Orobioma del Baudó y el Darién													
Orobioma medio de Santa Marta													
Orobiomas altos de los Andes													
Orobiomas azonales de Cúcuta													
Orobiomas azonales del río Sogamoso													
Orobiomas azonales del Valle del Patía													

Orobiomas azonales del río Dagua													
Orobiomas bajos de los Andes													
Orobiomas medios de los Andes													
Peinobiomas de la Amazonia y la Orinoquia													
Zonobioma alternohigróico o subxerofítico tropical del Alto Magdalena													
Zonobioma alternohigróico o subxerofítico tropical del Valle del Cauca													
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta													
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y la Orinoquia													
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo													
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y el Caribe													
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y el Atrato													
Zonobioma seco tropical del Caribe													

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra: conceptos de clasificación y manual para el usuario*. Roma (Italia): FAO.
- Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Ideam, IGAC, IAVH, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá (Colombia), 276 pp. + 37 hojas cartográficas.
- Ideam. (2010a). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam, 72 pp.
- Lambin, E. y Geist, H. (Eds.). (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Berlín: Springer.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA

2.2. CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN). Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas (Inat). Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Estimador de la calidad ambiental, útil en la planificación y toma de decisiones para la conservación; se refiere a 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 integridad ecológica (IE) constituye una medida del funcionamiento permanente saludable o apropiado de los ecosistemas en un territorio, así como 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 la protección de la tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Corcoran, 2005; Ciontescu, 2012).</p> <p>La integridad ecológica incorpora dinámicas tendientes a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proteger y restaurar la integridad de los sistemas ecológicos, con especial preocupación por la diversidad biológica y los procesos naturales que sustentan la vida. • Evitar dañar, aunque se utilice el mejor método de protección ambiental disponible y cuando el conocimiento sea limitado, proteger con precaución. • Adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que salvaguarden la capacidad de regeneración de los ecosistemas, los derechos humanos y el bienestar de las comunidades. • Impulsar al estudio de la sostenibilidad ecológica y promover el intercambio abierto y la extensa aplicación del conocimiento adquirido. <p>Así, en la escala del presente trabajo, la integridad ecológica analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema, mediante las siguientes variables:</p> <p>Conectividad estructural de coberturas naturales (CECN): en todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). La variable mide la distancia entre los parches de todos los tipos de coberturas naturales que se encuentran en la matriz cultural y determina áreas con diferente nivel de conectividad estructural. De esta forma, en términos de la aplicación en el presente estudio, en aquellas áreas con mayor conectividad estructural de las coberturas naturales en el interior de la matriz transformada (por ejemplo, mosaicos con dominancia de espacios naturales), se reduce la aptitud para el establecimiento del cultivo, por cuanto en estas áreas cobran importancia los procesos naturales que dan continuidad a las áreas silvestres y el sistema de producción puede interrumpir procesos esenciales. Por el contrario, en aquellas áreas donde la conectividad de las coberturas naturales es menor en</p>		

¹ Se emplea la subzona hidrográfica (SZH), por representar una unidad funcional hidrológica natural y no administrativa.

el interior de la matriz transformada (por ejemplo, pastizales limpios), la aptitud para el establecimiento del cultivo es mayor, por cuanto predominan los procesos productivos sin interrupción a ciclos ecológicos esenciales, e incluso el establecimiento de cultivos puede llegar a generar opciones para incrementar la continuidad de los procesos naturales.

Índice de naturalidad (Inat): la prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis¹ está determinada por la cantidad de espacios que permiten la prevalencia de los procesos naturales necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio. De esta forma, en cada subzona hidrográfica (SZH) se calcula la superficie ocupada por todas aquellas coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas, superficies de recarga hídrica, entre otros), en proporción al tamaño de la SZH.

Así, entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos, por cuanto las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor naturalidad, mayor será la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial, por cuanto no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente.

Áreas de concentración de especies sensibles (ACES): Colombia es reconocida mundialmente entre los países con más altos niveles de diversidad biológica, la cual se ubica en lugares específicos de la geografía nacional.

Existen diferentes áreas con figuras de protección donde se conserva esta diversidad biológica y ecosistémica; sin embargo, estas no albergan toda la biodiversidad del país. De forma complementaria, existen en el territorio nacional áreas que sin presentar figuras de protección cuentan con altos valores para la conservación (AVC) por sus niveles de concentración de especies sensibles (amenazadas, escasas o con distribuciones reducidas).

La variable mide la concentración (densidad o riqueza potencial) de especies sensibles en polígonos identificados como de especial importancia, así:

- a. Áreas prioritarias para la conservación (APC) (IAVH y ANH, 2010).
- b. Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA) (IAVH, 2015).
- c. Áreas críticas (AC) para especies migratorias en agroecosistemas (SELVA, 2012).

De esta forma, entre mayor sea la concentración de estas especies, menor es la aptitud para el potencial establecimiento del cultivo, debido a que las labores asociados a estos presionan las poblaciones de interés o sus hábitats, lo que aumenta las amenazas para los grupos taxonómicos considerados (aves, mamíferos, reptiles, anfibios, peces y plantas). Por el contrario, en áreas donde la concentración de estos elementos de la biodiversidad es baja, la aptitud para el establecimiento de cultivo es mayor.

¹ Se emplea la subzona hidrográfica (SZH), por representar una unidad funcional hidrológica natural y no administrativa.



TSH 565

IMPORTANCIA DEL CRITERIO

La integridad ecológica aproxima el estado de conservación de un área determinada, permitiendo establecer el grado de salud de los ecosistemas o paisajes, y por lo tanto, su vocación como área de conservación, su orientación hacia la restauración o, por el contrario, su vocación hacia la producción comercial de cacao.

El modelo parte de la premisa de que la aptitud para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao varía en relación inversa con la integridad ecológica del territorio, de manera que aquella es baja donde existen altos valores ecológicos de conservación (AVC), pues deben primar las prácticas de preservación, conservación o restauración. La aptitud se incrementa en lugares donde dicha integridad es reducida debido a la transformación del paisaje o ausencia de dichos AVC.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

La temporalidad de la información de Corine Land Cover (año 2009) limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real. Sin embargo, esta es la última información oficial generada y disponible.

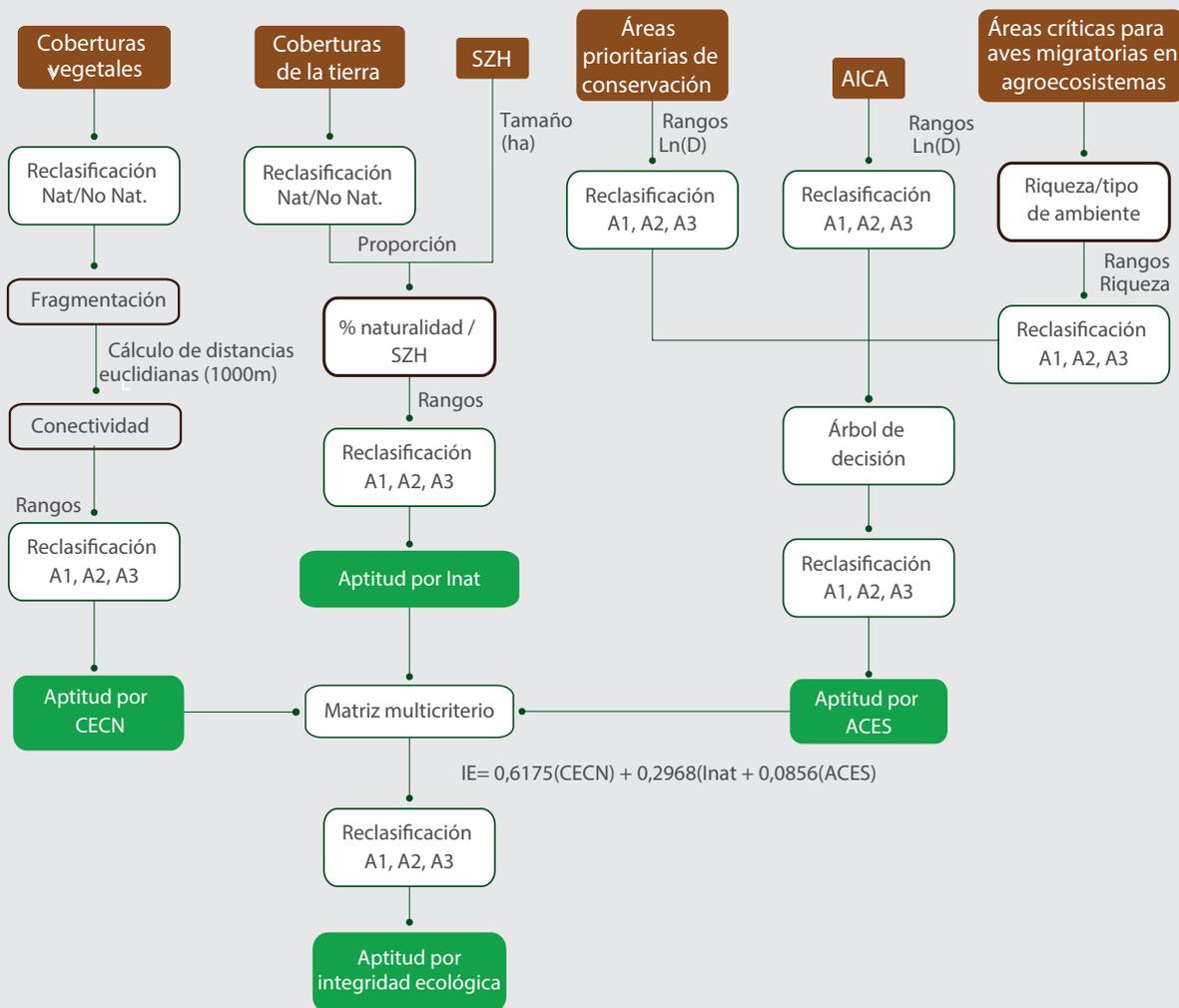
La información sobre biodiversidad siempre cuenta con limitaciones relacionadas con el esfuerzo de muestreo, por lo cual es difícil presentar la información de forma homogénea para todo el país.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 2,8 %

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Para la evaluación del criterio se realizó el procesamiento de cada una de sus tres variables, como se describe en la figura 1.

Figura 1. Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica



a. Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) en paisajes transformados

La CECN permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, requerida para el mantenimiento de la biodiversidad natural y las funciones ecosistémicas. Para realizar dicho análisis, se partió del mapa de coberturas de la tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010a). A partir de este, se realizó un análisis de fragmentación mediante la extensión Fragmentation del software SAGA Gis 2.1.2., tomando como unidades de análisis todas las coberturas vegetales naturales y seminaturales, con el fin de establecer las áreas mejor consolidadas como áreas núcleo de los fragmentos (menor fragmentación). Mediante un análisis posterior de distancia euclidiana realizada en ArcGis, se estableció la conectividad estructural desde los centroides de los fragmentos como objeto foco de conectividad, empleando una distancia de 1000 m entre núcleos como distancia de referencia.

Finalmente, los valores de distancia obtenidos se normalizaron mediante la técnica de lógica difusa, empleando la herramienta Fuzzy del software ArcGis versión 10.3. La conectividad estructural así obtenida se distribuyó en un rango entre 0 y 1, en donde 0 representa la menor conectividad y 1, la mayor conectividad, la cual posteriormente se reclasifica en términos de la aptitud para establecimiento de cultivos comerciales de cacao. Los valores obtenidos se distribuyeron en tres rangos, mediante el método de clasificación Natural Breaks, con lo cual se obtiene la calificación que se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Calificación de la variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

Descripción	Rango	Aptitud
Conectividad menor	0,079-0,385	A1
Conectividad media	0,386-0,692	A2
Conectividad mayor	0,693-1,000	A3

La CECN es una medida a escala de paisaje, que en la matriz transformada permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats, como elemento necesario para el desplazamiento e intercambio de la biodiversidad natural, y el desarrollo de las funciones ecosistémicas.

b. Índice de naturalidad (Inat) de las subzonas hidrográficas

Esta variable se construyó a partir de las coberturas naturales según la clasificación de Corine Land Cover (bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, Ideam, 2010a). Se realizó una intersección entre la capa de coberturas de la tierra con la de subzonas hidrográficas del «Estudio nacional del agua (ENA)» (Ideam, 2010b).

De esta forma,

$$\text{Inat} = \text{Superficie de coberturas naturales} / \text{tamaño de subzona hidrográfica}$$

A partir de este cálculo, se establecieron los rangos que se muestran en el cuadro 2, de acuerdo con los parámetros adaptados a partir de Márquez (2003), y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de cacao.

Cuadro 2. Calificación de la variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica

Descripción	Rango (%)	Aptitud
Inat muy baja (vital)	0-5	A1
Inat baja (estratégica)	5-30	
Inat moderada	30-50	
Inat alta	50-75	A2
Inat muy alta (protección)	75-100	A3

Adaptado a partir de Márquez (2003).

c. Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

Esta variable se construye a partir de los siguientes insumos: áreas prioritarias de conservación, áreas de importancia para la conservación de aves (AICA) y áreas críticas para aves migratorias en agroecosistemas.

– Áreas prioritarias de conservación (APC)

A partir del portafolio de APC a escala 1:100.000 (IAVH y ANH, 2013), se tomó la información de especies sensibles en las APC, las cuales se relacionaron con el tamaño de cada polígono para obtener la densidad de especies/km². Para incorporar esta información, se tomaron los objetos de conservación (OdC) de filtro fino y de filtro grueso del estudio, 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 de especies sensibles o endémicas (riqueza) en relación al tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio para el establecimiento de cultivos comerciales.

Para aquellos polígonos sin información, se asumió el mínimo número de especies registrado, bajo la premisa de que existe por lo menos una especie sensible o endémica. Finalmente, los valores obtenidos de densidad de especies se normalizaron, empleando la función logaritmo natural para obtener una mejor distribución de los datos. Los valores obtenidos se distribuyeron en tres rangos, mediante el método de clasificación Natural Breaks del software ArcGis 10.3, con lo cual se obtuvo la calificación que se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en áreas prioritarias de conservación (APC)

Descripción	Rango (ln D)	Aptitud
Áreas sin identificación de APC	< -10,02	A1
APC con muy baja o baja densidad de especies sensibles	-10,02 a -2,77	A2
APC con moderada, alta o muy alta densidad de especies sensibles	-2,76 a 6,42	A3

– Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)

Para el tratamiento de este insumo se partió de la información suministrada por el IAVH de AICA (formato *shape*) y su base de datos asociada. Se depuró la información de la siguiente forma:

- De la base de datos de especies se excluyeron las AICA sin información georreferenciada.
- Se organizó la información por AICA y se eliminaron las especies duplicadas.
- Para cada AICA se obtuvo el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, al igual que endemismos, distribución restringida y congregación de aves.

Con la información depurada, se calculó la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerable) que se reporta en cada AICA y se dividió por el área del AICA en km².

Con la información disponible se establecieron dos zonas en el país: la primera corresponde al área donde no hay AICA (categoría de aptitud alta, A1) y la segunda agrupa aquellas áreas donde hay AICA establecidas (categoría de aptitud media, A2, y aptitud baja, A3). Las áreas donde hay AICA establecidas se clasificaron según 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 asignó la calificación que se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA)

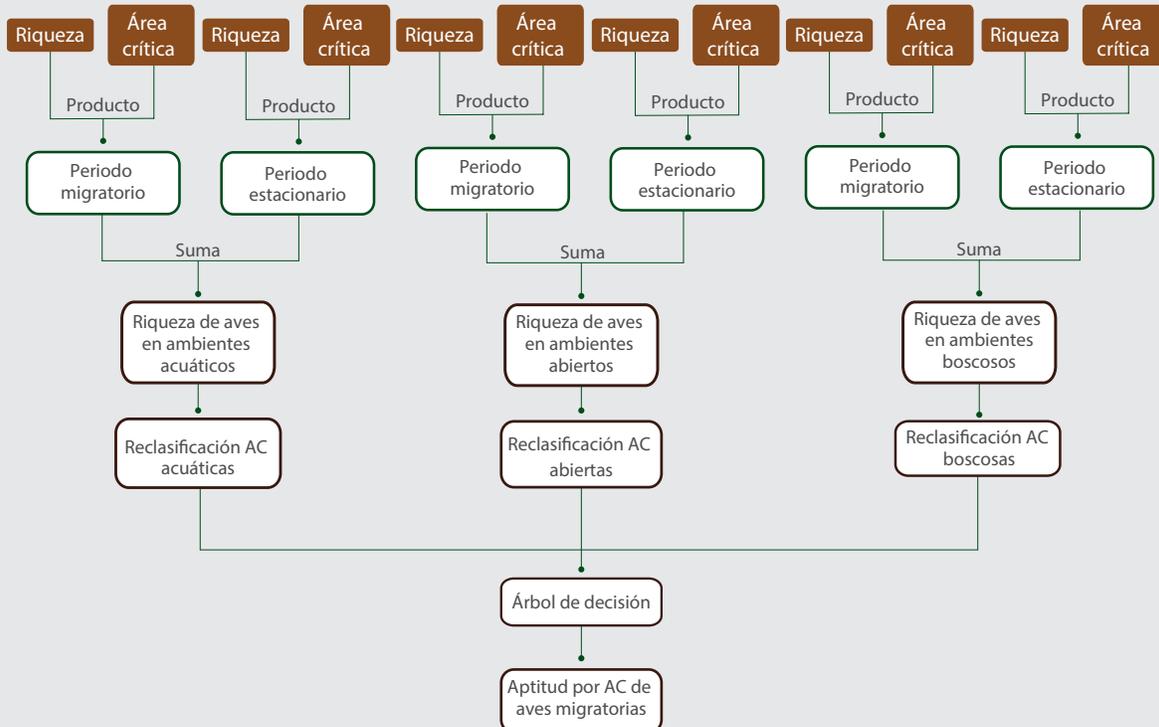
Descripción	Rango (ln D)	Aptitud
Áreas sin AICA	< -8,085	A1
AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles	-8,085 a -4,189	A2
Densidad moderada, alta o muy alta de especies sensibles en las AICA	-4,189 a 1,67	A3

– Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios

A partir de la información para especies migratorias (aves, murciélagos, peces e insectos) en paisajes agropecuarios (SELVA, 2012), se emplearon las capas de áreas críticas y riqueza potencial del grupo taxonómico de aves asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, tanto en periodo migratorio como estacionario.

El procedimiento para determinar la aptitud de acuerdo con la riqueza de especies migratorias en las áreas críticas se detalla en la figura 2.

Figura 2. Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias



Se realizó el producto entre las capas de las áreas críticas y riqueza potencial, tanto en periodo migratorio como estacionario, para cada grupo de aves asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque, respectivamente. De esta forma, se determinó el nivel de importancia de las áreas críticas tipificadas a partir de su riqueza potencial.

Posteriormente, mediante la adición del valor de la riqueza del periodo estacionario y migratorio, se obtuvo la importancia total para cada uno de los ambientes (bosque, abierto, acuático). A partir de esto, se tuvo una visión completa a lo largo de todo el proceso migratorio, respecto a la importancia de los diferentes hábitats críticos.

Los valores de importancia total resultante se dividieron en dos categorías mediante la utilización del método de clasificación Natural Breaks del *software* ArcGis 10.3. Posteriormente, se asignó 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 que no existen áreas críticas se asignó la categoría de «No aplica».

Finalmente, a partir de un árbol de decisión entre las categorías de importancia asignadas a cada uno de los ambientes, se estableció la aptitud para el cultivo comercial de cacao. Esta aptitud considera que el cultivo de cacao ofrece un ambiente con características más favorables para las especies de aves migratorias, asociadas a ambientes boscosos (el cuadro 5).

Cuadro 5. Reclasificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao, de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias

Bosque	Valor bosque	Abiertos	Valor abiertos	Acuáticos	Aptitud
Alta	1	Alta	1	Alta	A3
Alta	1	Alta	1	Moderada	A2
Alta	1	Alta	1	N/A	A2
Alta	1	Moderada	2	Alta	A2
Alta	1	Moderada	2	Moderada	A1
Alta	1	Moderada	2	N/A	A1
Alta	1	N/A	3	Alta	A2
Alta	1	N/A	3	Moderada	A2
Alta	1	N/A	3	N/A	A1
Moderada	2	Alta	1	Alta	A2
Moderada	2	Alta	1	Moderada	A2
Moderada	2	Alta	1	N/A	A2
Moderada	2	Moderada	2	Alta	A2
Moderada	2	Moderada	2	Moderada	A2
Moderada	2	Moderada	2	N/A	A2
Moderada	2	N/A	3	Alta	A2
Moderada	2	N/A	3	Moderada	A2
Moderada	2	N/A	3	N/A	A1
N/A	3	Alta	1	Alta	A3
N/A	3	Alta	1	Moderada	A3
N/A	3	Alta	1	N/A	A3
N/A	3	Moderada	2	Alta	A3
N/A	3	Moderada	2	Moderada	A3
N/A	3	Moderada	2	N/A	A3
N/A	3	N/A	3	Alta	A3
N/A	3	N/A	3	Moderada	A3
N/A	3	N/A	3	N/A	A1

Para integrar los insumos de la variable áreas de concentración de especies sensibles (AP, AICA, AC), se realiza una reclasificación de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual el nivel de mayor restricción da la calificación.

APC	AICA	AC (migratorias)	Aptitud por ACES
A1	A1	A1	A1
A1	A1	A2	A2
A1	A1	A3	A3
A1	A2	A1	A2
A1	A2	A2	A2

APC	AICA	AC (migratorias)	Aptitud por ACES
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

d. Integración de variables

Para la integración de las variables conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN), índice de naturalidad (Inat) y áreas de concentración de especies sensibles (ACES), se realizó una suma ponderada mediante la siguiente fórmula:

$$IE = a(CECN) + b(Inat) + c(ACES)$$

En la que a , b y c representan los factores de ponderación de las tres variables, los cuales se determinaron mediante el establecimiento de una matriz multivariable en la que se compararon de forma pareada las variables y se asignaron valores de importancia relativa, que varían entre $1/9$, $1/7$, $1/5$, $1/3$, 1 , 3 , 5 , 7 o 9 , dependiendo si entre ellas hay una relación de menor, igual o mayor importancia relativa.

De esta forma, se obtuvieron los valores de a , b y c , así:

$$a = 0,6175$$

$$b = 0,2968$$

$$c = 0,0856$$

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Para el establecimiento de los rangos de clase de aptitud, el valor final de la ponderación (que varía entre 1 y 3) se divide empleando los cortes naturales como método de agrupamiento del software ArcGis, de acuerdo con el cuadro 6.

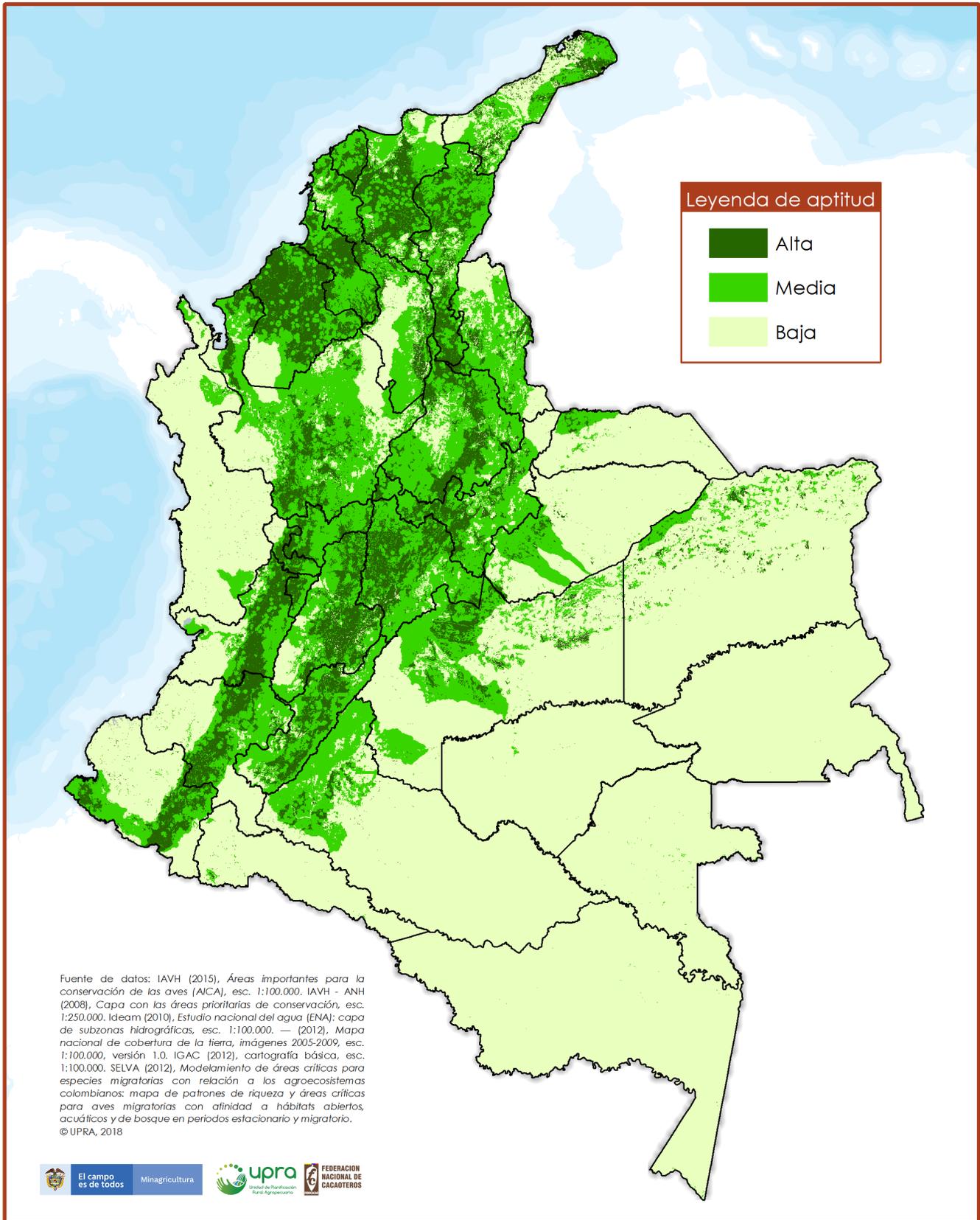
Cuadro 6. Aptitud para el establecimiento de cultivos comerciales de cacao por el criterio de integridad ecológica

Descripción	Aptitud
Lugares en donde la integridad ecológica es baja. La actividad productiva impacta en baja medida sobre la conectividad natural, espacios naturales o los procesos vitales de especies sensibles.	A1
Lugares en donde la integridad ecológica es moderada. La actividad productiva impacta en grado moderado la conectividad natural, los espacios naturales o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con cierta precaución durante el proceso productivo.	A2
Lugares en donde la integridad ecológica es mayor. La actividad productiva impacta fuertemente la conectividad natural, los espacios naturales o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con mayor precaución durante el proceso productivo.	A3

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ciontescu, N. (2012). *Instructivo metodológico para la evaluación de atributos ecológicos e integridad ecológica en áreas protegidas. ArcGis-Fragstats*. Bogotá: Parques Nacionales Naturales de Colombia.
- Franco, A.; Devenish, C.; Barrero, M. y Romero, M. (2009). «Colombia». En C. Devenish, D. Díaz, R. Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). *Important Bird Areas Americas. Priority sites for biodiversity conservation*.
- García-Márquez, J.; Moreno, I.; Sacharow, O. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia*. Informe final del Convenio 044 del 2012 entre la Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y la UPRA.
- IAVH y ANH. (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*.
- IAVH. (2015). *Mapa de áreas importantes para la conservación de las aves (AICA)*.
- Ideam. (2010a). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam, 72 pp.
- -. (2010b). *Estudio nacional del agua 2010*. Ideam: Bogotá.
- IGAC. *Mapa de división político administrativa de Colombia*.
- SELVA. (2012). *Mapas de modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos. Convenio no. 044 del 2012 SELVA-UPRA*. Bogotá.
- SINA e IGAC. (2010). *Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

2.2.1. Variable conectividad estructural de las coberturas naturales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
VARIABLE: CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DE LAS COBERTURAS NATURALES		UNIDAD DE MEDIDA: Distancia euclidiana (1000 m)
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>En todo paisaje cultural, los relictos de vegetación natural juegan un papel fundamental para la movilidad de la biodiversidad y la continuidad en prestación de los servicios ecosistémicos (que son la base ambiental que sustenta los procesos productivos). La variable mide la distancia entre los parches de todos los tipos de coberturas naturales que se encuentran en la matriz cultural y determina áreas con diferente nivel de conectividad estructural.</p> <p>De esta forma, en términos de la aplicación en el presente estudio, en aquellas áreas con mayor conectividad estructural de las coberturas naturales en el interior de la matriz transformada (por ejemplo, mosaicos con dominancia de espacios naturales) se reduce la aptitud para el establecimiento del cultivo, por cuanto en estas áreas cobran importancia los procesos naturales que dan continuidad a las áreas silvestres y el sistema de producción puede interrumpir procesos esenciales. Por el contrario, en aquellas áreas donde la conectividad de las coberturas naturales es menor en el interior de la matriz transformada (por ejemplo, pastizales limpios), la aptitud para establecimiento del cultivo es mayor, por cuanto predominan los procesos productivos sin que interrumpa los ciclos ecológicos esenciales e incluso, el establecimiento de cultivos puede llegar a generar opciones para incrementar la continuidad de los procesos naturales.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO		
<p>La variable contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental, mediante la favorabilidad del hábitat para el desplazamiento de la biodiversidad, flujos e información necesarios para el funcionamiento natural, de la cual dependen en gran medida los servicios ecosistémicos que sostienen los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO		
<p>Esta variable no genera exclusión. Se identifica un rango de variación entre 0 (sin conectividad) y 1 (altamente conectado). Se establece un rango de variación empleando los cortes naturales como método de agrupamiento del <i>software</i> ArcGis.</p>		



LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Al basarse en la capa base oficial de coberturas de la tierra 2009, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010a), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido hasta el 2016.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) permite dar una aproximación rápida a escala de paisaje sobre la continuidad de los hábitats, requerida para el mantenimiento de la biodiversidad natural y las funciones ecosistémicas. Para dicho análisis se partió del mapa de coberturas de la tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010a). Se tomaron todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto foco de conectividad y se realizó el análisis a través de las métricas de paisaje como la fragmentación y como la distancia euclidiana de núcleos (empleando una distancia de 1000 m entre núcleos).

La CECN es una medida a escala del paisaje, que en la matriz transformada permite dar una aproximación rápida sobre la continuidad de los hábitats, como elemento necesario para el desplazamiento de la biodiversidad natural y el desarrollo de las funciones ecosistémicas.

La conectividad estructural así obtenida se distribuyó en un rango entre 0 y 1, en donde 0 representa la menor conectividad y 1, la mayor conectividad, y se reclasificó en términos de la aptitud para establecimiento de cultivos comerciales de cacao.

Calificación de la variable

Descripción	Rango	Aptitud
Conectividad menor	0,079-0,385	A1
Conectividad media	0,386-0,692	A2
Conectividad mayor	0,693-1,000	A3

Unidad de análisis

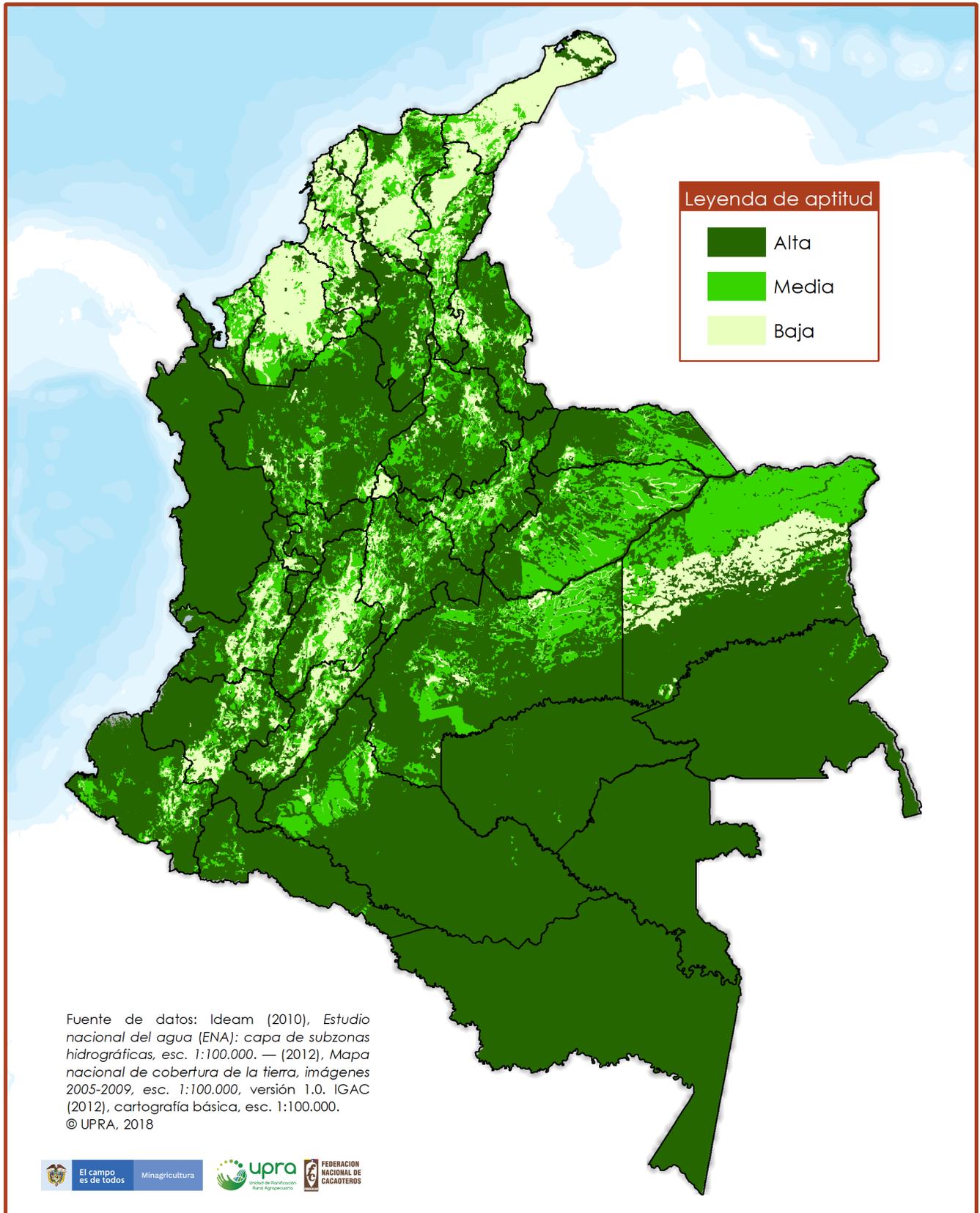
Corresponde a los polígonos de conectividad (distancias euclidianas).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam. (2010a). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam, 72 pp.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DE LAS COBERTURAS NATURALES
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

2.2.2. Variable índice de naturalidad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO		
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA			
VARIABLE: ÍNDICE DE NATURALIDAD	UNIDAD DE MEDIDA: Proporción de área de la subzona hidrográfica (%)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica		
	Análisis jerárquico	√	
	Exclusión legal		
	Condicionante		
DEFINICIÓN			
<p>La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis² está determinada por la cantidad de espacios que permiten la prevalencia de los procesos naturales necesarios para sustentar la vida y satisfacer la demanda de recursos en el mismo territorio.</p> <p>De esta forma, en cada subzona hidrográfica (SZH) se calcula la superficie ocupada por todas aquellas coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas, superficies de recarga hídrica, etc.), en proporción al tamaño de la SZH. Así, entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos, por cuanto las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor naturalidad, mayor será la aptitud para el establecimiento del cultivo, por cuanto no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente.</p>			
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO			
<p>La importancia de la variable de naturalidad para este estudio radica en que contribuye a estimar la sostenibilidad ambiental de la unidad geográfica de análisis (subzona hidrográfica), mediante la cantidad de espacios disponibles para el funcionamiento natural que sostiene los procesos vitales del sistema, así como el abastecimiento a procesos productivos.</p>			
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO			
<p>Esta variable no genera exclusión. Se identifica un rango de variación porcentual respecto al área de la subzona hidrográfica y se establece un descriptor de dicha presencia de áreas naturales.</p>			
Calificación de la variable			
	Descripción	Rango (%)	Aptitud
	Inat muy baja (vital)	0-5	
	Inat baja (estratégica)	5-30	A1
	Inat moderada	30-50	
	Inat alta	50-75	A2
	Inat muy alta (protección)	75-100	A3
Adaptado a partir de Márquez (2003).			
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE			
<p>Al basarse en la capa base oficial de coberturas de la tierra 2009, y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010a), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido hasta el 2016.</p>			

² Se emplea la subzona hidrográfica (SZH), por representar una unidad funcional natural hidrológica natural y no administrativa.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para este estudio se relaciona el área de todos los tipos de coberturas naturales (vegetación y recursos hídricos) según la clasificación de Corine Land Cover a partir del mapa oficial de coberturas, escala 1:100.000, elaborado por las entidades del SINA (Ideam, 2010a). Para esto, se realizó el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de subzonas hidrográficas del «Estudio nacional del agua (ENA)» (Ideam, 2010b), en relación con la unidad geográfica de análisis (la subzona hidrográfica), por tratarse de una unidad hidrológica funcional para la gestión del territorio.

$$\text{Inat} = \text{Superficie de coberturas naturales} / \text{tamaño de subzona hidrográfica}$$

Se establecieron los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003), y se reclasificaron en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de cacao:

Calificación de la variable

Descripción	Rango (%)	Aptitud
Inat muy baja (vital)	0-5	A1
Inat baja (estratégica)	5-30	
Inat moderada	30-50	A2
Inat alta	50-75	
Inat muy alta (protección)	75-100	A3

Adaptado a partir de Márquez (2003).

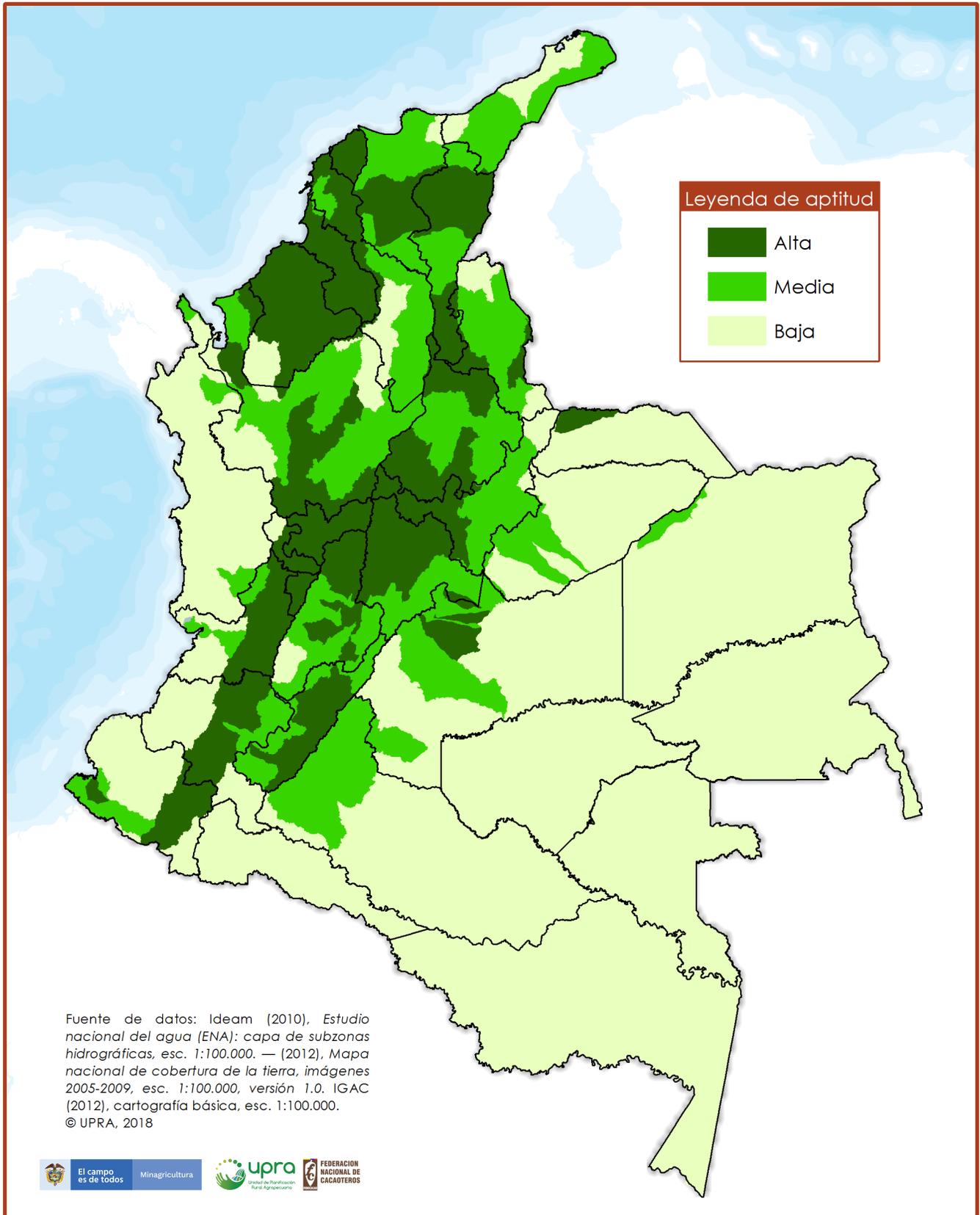
Unidad de análisis

Corresponde a los polígonos de las subzonas hidrográficas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Ideam, (2010a). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Ideam, 72 p.
- -. (2010b). *Estudio Nacional del Agua (ENA).*
- Márquez-C., G. (2003). *Ecosistemas estratégicos. Sociedad Geográfica de Colombia.*

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ÍNDICE DE NATURALIDAD
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

2.2.3. Variable áreas de concentración de especies sensibles

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE			
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)		CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO			
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA			
VARIABLE: ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE ESPECIES SENSIBLES		UNIDAD DE MEDIDA: Adimensional [ln (spp./km²)]	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica		
	Análisis jerárquico		√
	Exclusión legal		
	Condicionante		
DEFINICIÓN			
<p>La representatividad ecosistémica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) es reducida, y con ello, el potencial para la conservación de la biodiversidad del país también lo es. Por esta razón, existen en el territorio nacional áreas que, sin presentar figuras de protección, cuentan con altos valores para la conservación (AVC) por sus niveles de concentración de biodiversidad (en especial de especies amenazadas, de distribuciones reducidas o dependientes de la calidad del hábitat a lo largo de rutas de migración). La variable establece lugares donde tiene lugar la concentración de especies sensibles a través de indicadores como la densidad en polígonos definidos como áreas prioritarias para la conservación (APC) o la riqueza de especies migratorias en áreas críticas sobre agroecosistemas (ACMig). De igual forma, se integran las áreas importantes para la conservación de las aves (AICA).</p>			
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO			
<p>Permite identificar áreas en donde el establecimiento del cultivo comercial de cacao puede generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas</p>			
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO, SEGÚN EL CRITERIO ASOCIADO			
<p>La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones, pero el enfoque radica en la continuidad que debe prevalecer en el territorio en términos de la favorabilidad de hábitat para el flujo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos asociados (dispersión genética, polinización, regulación de cadenas tróficas, control biológico de plagas, etc.), de tal forma que entre mayor sea la concentración de especies sensibles, menor es la aptitud para el establecimiento de cultivos agrícolas que puedan generar un riesgo de interrupción de los ciclos naturales de estas especies.</p> <p>Dado que se integran estudios de biodiversidad de naturaleza diferente, la aptitud conjugada entre las diferentes fuentes se desarrolla a manera de árbol de decisión, de la siguiente manera:</p>			
APC	AICA	AC (migratorias)	Aptitud por ACES
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

APC	AICA	AC (migratorias)	Aptitud por ACES
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

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No existen estudios a nivel nacional que determinen la distribución y concentración de especies sensibles, por lo que el cubrimiento no es homogéneo. Esto supone integrar varios estudios realizados con metodologías y finalidades para complementar el panorama nacional.

Se parte del supuesto de que en todo el país hay biodiversidad con valor de conservación, pero se destacan algunos lugares del territorio debido a la concentración de esta biodiversidad. Por tanto, la variable supone una menor concentración en las áreas no mencionadas, pero puede corresponder en realidad a estudios no elaborados, por lo que ha de complementarse a medida que se incorpore nueva información al respecto.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

– Áreas prioritarias de conservación (APC)

En el estudio, esta variable se midió a través de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en áreas prioritarias de conservación (APC) no declaradas en el Sinap, para lo cual se tomó como base la información generada por el IAVH y la ANH, en 2013, en el portafolio de áreas prioritarias de conservación (APC), escala 1:100.000.

Para incorporar esta información, se tomaron los objetos de conservación (OdC) de filtro fino y de filtro grueso de los estudios anteriormente mencionados, 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 al tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio con la actividad de explotación comercial de cacao.

Para este análisis, se asignó a cada polígono de APC (tamaño medido en km²) el valor identificado en el estudio del número de especies sensibles objeto de protección, con el fin de obtener un valor de densidad o concentración de especies.

Para aquellos polígonos sin información, se asumió el mínimo valor registrado bajo la premisa de que existe por lo menos una especie sensible o endémica.

Los rangos de aptitud para APC son:

Descripción	Rango (ln D)	Aptitud
Áreas sin identificación de APC	< -10,02	A1
APC muy baja de especies sensibles	De -10,02 a -5,72	A2
APC baja de especies sensibles	De -5,71 a -2,77	
APC moderada de especies sensibles	De -2,76 a -1,42	A3
APC alta de especies sensibles	De -1,42 a -0,06	
APC muy alta de especies sensibles	De -0,05 a 6,42	

– Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)

En el desarrollo y análisis de las AICA se requirió inicialmente la solicitud de la información oficial al IAVH, el cual facilitó el último *shape* y una base de datos con información de especies de cada una de las AICA. Posteriormente, se realizó una depuración de la información de la siguiente manera:

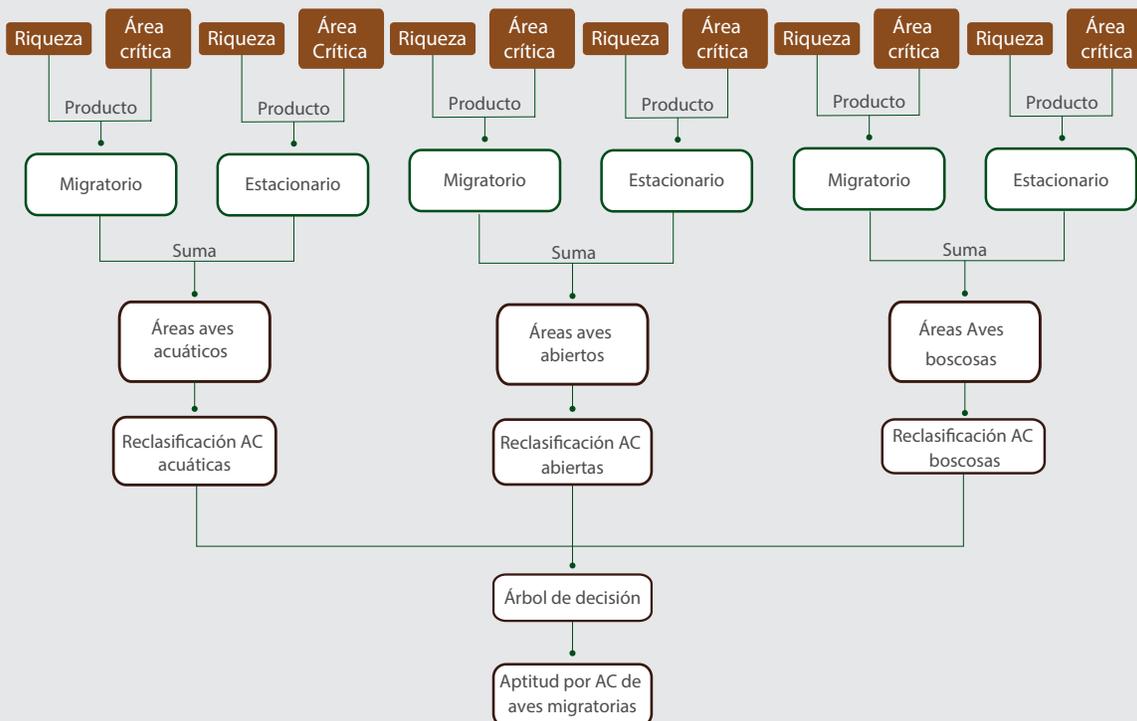
- Se eliminaron de la base de datos de especies las AICA que no tuvieran polígono en el *shape* entregado.
- Se organizó la información por AICA y se eliminaron duplicados de la información en cuanto a especies.
- Se obtuvo por cada AICA el número de especies por cada categoría de amenaza a nivel nacional, 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 AICA, de acuerdo con la base de datos facilitada, y se dividió por el área del AICA en km².
- Finalmente, para la reclasificación se calculó el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinan los rangos, así:

Descripción	Rango (ln D)	Aptitud
Áreas sin identificación de AICA	< -0,085	A1
AICA muy baja de especies sensibles	De -0,085 a -6,137	A2
AICA baja de especies sensibles	De -6,137 a -4,189	
AICA moderada de especies sensibles	De -4,189 a -2,241	A3
AICA alta de especies sensibles	De -2,241 a -0,293	
AICA muy alta de especies sensibles	De -0,293 a 1,67	

– 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 emplearon 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 (N = 143), así como mayor confiabilidad en el proceso de depuración de las bases de datos. La figura 3 ilustra el procedimiento para calificar la aptitud de acuerdo con la riqueza de especies migratorias asociadas a ambientes acuáticos, abiertos y de bosque.

Figura 3. Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica



De esta forma, la primera acción consistió en combinar las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en periodo migratorio.

Posteriormente, se combinaron las capas de las áreas críticas y riqueza potencial de aves en hábitats acuáticos, abiertos y de bosque en periodo estacionario.

Luego, para el grupo de aves de cada tipo de ambiente, se sumaron las capas correspondientes a ambos periodos (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.

Después, entre estas dos capas generadas (de los periodos migratorio y estacional) se realizó una suma para identificar aquellas áreas que representan ambientes críticos a lo largo de todo el ciclo migratorio.

Finalmente, para cada grupo de aves asociado a cada tipo de ambiente, se reclasificó el cuadro resultante de los tres pasos anteriores, asignando mayor valor de importancia a aquellos lugares que representan hábitat críticos, a lo largo de todo el ciclo de migración, como se muestra en el siguiente cuadro.

Bosque	Valor bosque	Abiertos	Valor abiertos	Acuáticos	Valor acuáticos	Aptitud
Alta	1	Alta	1	Alta	1	A3
Alta	1	Alta	1	Moderada	2	A2
Alta	1	Alta	1	N/A	3	A2
Alta	1	Moderada	2	Alta	1	A2
Alta	1	Moderada	2	Moderada	2	A1
Alta	1	Moderada	2	N/A	3	A1
Alta	1	N/A	3	Alta	1	A2
Alta	1	N/A	3	Moderada	2	A2
Alta	1	N/A	3	N/A	3	A1
Moderada	2	Alta	1	Alta	1	A2
Moderada	2	Alta	1	Moderada	2	A2
Moderada	2	Alta	1	N/A	3	A2
Moderada	2	Moderada	2	Alta	1	A2
Moderada	2	Moderada	2	Moderada	2	A2
Moderada	2	Moderada	2	N/A	3	A2
Moderada	2	N/A	3	Alta	1	A2
Moderada	2	N/A	3	Moderada	2	A2
Moderada	2	N/A	3	N/A	3	A1
N/A	3	Alta	1	Alta	1	A3
N/A	3	Alta	1	Moderada	2	A3
N/A	3	Alta	1	N/A	3	A3
N/A	3	Moderada	2	Alta	1	A3
N/A	3	Moderada	2	Moderada	2	A3
N/A	3	Moderada	2	N/A	3	A3
N/A	3	N/A	3	Alta	1	A3
N/A	3	N/A	3	Moderada	2	A3
N/A	3	N/A	3	N/A	3	A1

Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad y evitar redundancias, se combinaron las capas resultantes, realizando una reclasificación de acuerdo con el siguiente árbol de decisión, en el cual se adopta el nivel de mayor restricción para ser consecuente con el principio de precaución, así:

Árbol de decisión para integración de la información de áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

APC	AICA	AC (migratorias)	Aptitud por ACES
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

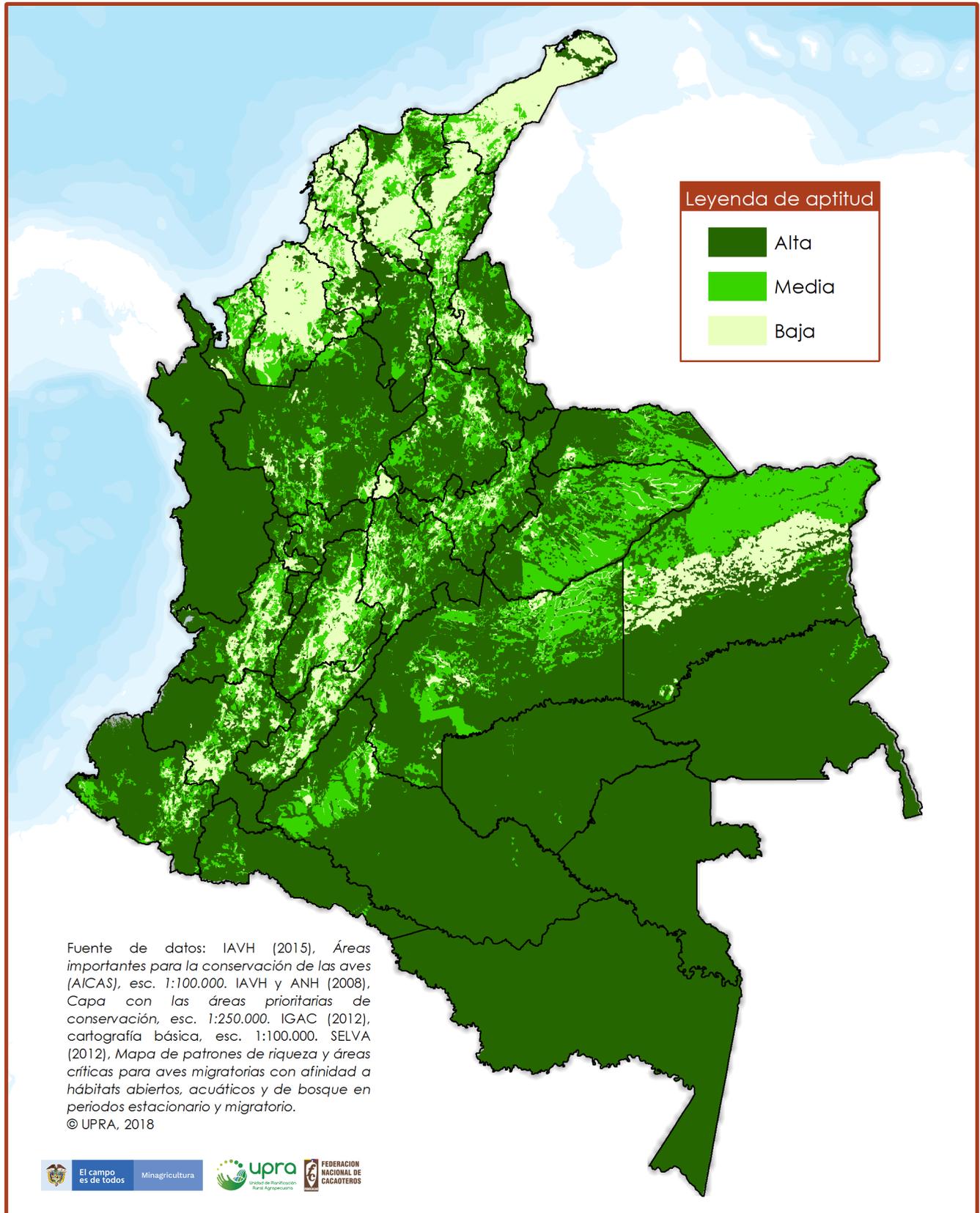
Corresponde a los polígonos identificados como de especial importancia para la conservación de la vida silvestre tanto en el portafolio de áreas prioritarias como en las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA).

FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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*.
- García-Márquez, J.; Moreno, I. y Sacharow, O. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia. Informe final del Convenio 044 de 2012 entre la Fundación SELVA y la UPRA*.
- IAVH-ANH. (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*.
- IAVH. (2015). *Mapa de áreas importantes para la conservación de las aves (AICA)*.
- SELVA. (2012). *Mapas de modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos. Convenio 044 de 2012 entre la Fundación SELVA y la UPRA*.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE ESPECIES SENSIBLES (ACES)
CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

2.3. CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: APROPIACIÓN DE AGUA	UNIDAD DE MEDIDA: Mm ³ /ha/año	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	

DEFINICIÓN

Cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca, para satisfacer las demandas de la especie para su crecimiento y como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción del grano de cacao. 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, así este sea marginal) 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 (mazorca para la extracción del grano) o por vía evapotranspiración desde el cultivo.

Este requerimiento de agua es suplido en la unidad geográfica de análisis³, 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, en mucha menor medida, 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 comercial de cacao por establecer) y la situación de un consumo real en cada subzona hidrográfica dada por las coberturas y los 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 WWF (2012), la apropiación de agua para el cultivo comercial de cacao es moderada en comparación con la de otros cultivos de importancia en el país, tal como se muestra en el cuadro 7, en el que se destaca el uso del agua contenida en el suelo y la lluvia (HH verde) y la marginalidad de uso de agua para riego.

Cuadro 7. Apropiación de agua para algunos cultivos de interés comercial prioritarios en el proyecto de zonificación de aptitud

Cód. FAO	Cultivo	HH verde (Mm ³ /año)	HH azul (Mm ³ /año)	HH gris (Mm ³ /año)	Total (Mm ³ /año)
116	Papa	1089,94	57,27	150,94	1298,15
254	Palma africana	2803,22	338,37	32,71	3174,30
661	Cacao	1206,65	8,63	45,24	1260,52
836	Caucho	34,27	0,01	-	34,28

Fuente: WWF (2012).

Lo más importante de estos datos no es su valor absoluto sino la relación de sostenibilidad que representa dicho valor en el contexto de capacidad hídrica de cada unidad de análisis.

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE PARA EL CULTIVO

Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis (polígonos de ETR x SZH) en el escenario de establecimiento del cultivo comercial de cacao. 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, los agrosistemas y demás usos existentes en su interior.

³ 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 (ENA)» (Ideam, 2010).

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

Se establece un valor que corresponde a la relación entre la capacidad hídrica de la subzona hidrográfica y el requerimiento del cultivo, de tal manera que la aptitud varía entre un máximo de aptitud (A1) en aquellos lugares de ETR x SZH en donde exista agua disponible suficiente 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 (A3) establecido en aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico en las cuales el establecimiento del cultivo 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 proceden del procesamiento entre los rangos de sus mapas constitutivos: uso consuntivo (ETR) e índice de uso de agua por el cultivo (IUAc), como se observa en el cuadro 8.

Cuadro 8. Rango de variación de la aptitud por apropiación de agua para el cultivo comercial de cacao

Descripción	Rango de variación	Valor de aptitud
Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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	A1
Lugares con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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	A2
Lugares con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Para el procesamiento del componente de índice de uso de agua por el cultivo, se recurre al dato de área sembrada para la estimación del consumo efectivo por unidad de área, lo cual depende de la confiabilidad de los datos de censos.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para el procesamiento de la variable de apropiación de agua para el cultivo, se siguió la metodología que se presenta en la figura 4.

Uso consuntivo: para el cálculo del uso consuntivo se partió 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.

Según esto:

$$ETP = 0,53 (10T/I)^{\alpha}$$

Donde:

ETP = evapotranspiración potencial media diaria sin ajustar (mm).

T = temperatura media (°C).

I = índice calórico anual.

$$I = 12 (\text{temperatura anual}/5) \times 1,514$$

$$\alpha = (675 \times 10^{-9}) I^3 - (771 \times 10^{-7}) I^2 + (179 \times 10^{-4}) I + 0,492$$

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 cacao se tiene que:

$$ETR = ETP \times (1,038) \times 10$$

Al final, de acuerdo con la amplitud de rango de los datos, se estableció una división en cuatro intervalos equivalentes y se realizó la reclasificación para obtener los datos de aptitud por uso consuntivo (cuadro 10).

Cuadro 10. Aptitud por uso consuntivo para el cultivo comercial de cacao

Descripción	Rango ETR Mm ³ /ha/año	Aptitud
Uso consuntivo menor	6227-10.379	A1
Uso consuntivo moderado	10.380-4532	A2
Uso consuntivo alto	14.533-18.685	A3
Uso consuntivo muy alto	18.686-22.838	

Índice de uso de agua por el cultivo (IUA_c) en subzonas hidrográficas

Para este componente del cálculo, se partió de la información sobre oferta y demanda hídrica de la capa de subzonas hidrográficas del «Estudio nacional del agua (ENA)» (Ideam, 2010).

El procesamiento partió de identificar la disponibilidad hídrica (DH) actual de cada subzona hidrográfica, calculada como el valor de la diferencia entre la oferta hídrica media anual y la demanda hídrica media anual. Este valor representa la disponibilidad neta de agua, que debe analizarse a la luz de la capacidad de retención de agua en cada unidad geográfica de análisis y su distribución a lo largo del tiempo. Para esto, se hizo uso del índice de retención y regulación hídrica (IRH)⁴ del «Estudio nacional del agua», con el cual se determinó la disponibilidad hídrica real (DHR) actual de la SZH.

$$DHR = DH \times IRH$$

A continuación, a partir de la información sobre consumo efectivo (CE) del cultivo y el área sembrada (AS), tomados de González *et al.* (2010), así como del tamaño de cada subzona hidrográfica tomada del «Estudio nacional del agua (ENA)» (Ideam, 2010), se estableció el consumo efectivo del cultivo en cada subzona hidrográfica: Consumo efectivo_{SZH} = CE ha x área_{SZH}

En la que: CE_{ha} = CE/AS

$$CE_{cacao} = 107 \text{ Mm}^3/96.148 \text{ ha (González et al., 2010)}$$

$$CE_{cacao} = 0,00111287 \text{ Mm}^3/\text{ha} = 1112,87 \text{ m}^3/\text{ha}$$

De esta forma, se estableció una relación entre el consumo efectivo del cultivo de cacao y la disponibilidad real de agua en cada subzona hidrográfica, que determinó un índice de uso de agua por el cultivo (IUA_{cacao}), el cual muestra la presión que ejerce el cultivo por establecer sobre el agua disponible, y cuyo rango de variación permite establecer los diferentes niveles de variación de aptitud por oferta hídrica.

$$IUA_{cacao} = DHR_{SZH}/CE_{cacao}$$

El cuadro 11 muestra la aptitud por el índice de la subzona hidrográfica.

Cuadro 11. Aptitud por índice de uso de agua del cultivo de cacao

Descripción	Rango de IUA _c	Aptitud
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico mayor. La disponibilidad hídrica real (DHR) es muy superior en comparación con el consumo efectivo del cacao.	12,8-20,2	A1
La subzona hidrográfica se encuentra en superávit hídrico moderado. La disponibilidad hídrica real (DHR) es moderadamente superior en comparación con el consumo efectivo del cacao.	5,9-12,8	A2
La subzona hidrográfica se encuentra en déficit hídrico o la disponibilidad hídrica real (DHR) es menor o ligeramente superior en comparación con el consumo efectivo del cacao.	-4,54-5,9	A3

⁴ El IRH mide la capacidad de retención de humedad de las SZH con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios. El IRH varía entre 0 y 1, siendo 0 la mínima regulación y 1 la máxima regulación (Ideam, 2010).

Aptitud por apropiación de agua para el cultivo

El último paso consistió en establecer la aptitud por apropiación de agua para el cultivo, para lo cual se estableció un árbol de decisión entre la aptitud establecida por uso consuntivo y la aptitud establecida por índice de uso de agua por el cultivo, como se muestra a continuación:

Uso consuntivo	IUA _{cacao}	Promedio	Aptitud total
A1 (5)	A1 (5)	5	A1
	A2 (3)	4	A1
	A3 (1)	3	A2
A2 (3)	A1 (5)	4	A1
	A2 (3)	3	A2
	A3 (1)	2	A3
A3 (1)	A1 (5)	3	A2
	A2 (3)	2	A2
	A3 (1)	1	A3

A partir de esta información es posible identificar que, de acuerdo con la variable de apropiación de agua para el cultivo, se tienen las siguientes estadísticas de distribución de áreas de acuerdo con su nivel de aptitud para el cultivo comercial de cacao (cuadro 12).

Cuadro 12. Estadísticas de aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de cacao por la variable de apropiación de agua

Área (ha)	Porcentaje (%)	Aptitud
9.215.287,89	8,1	A1
71.101.911,05	62,4	A2
33.627.285,91	29,5	A3

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

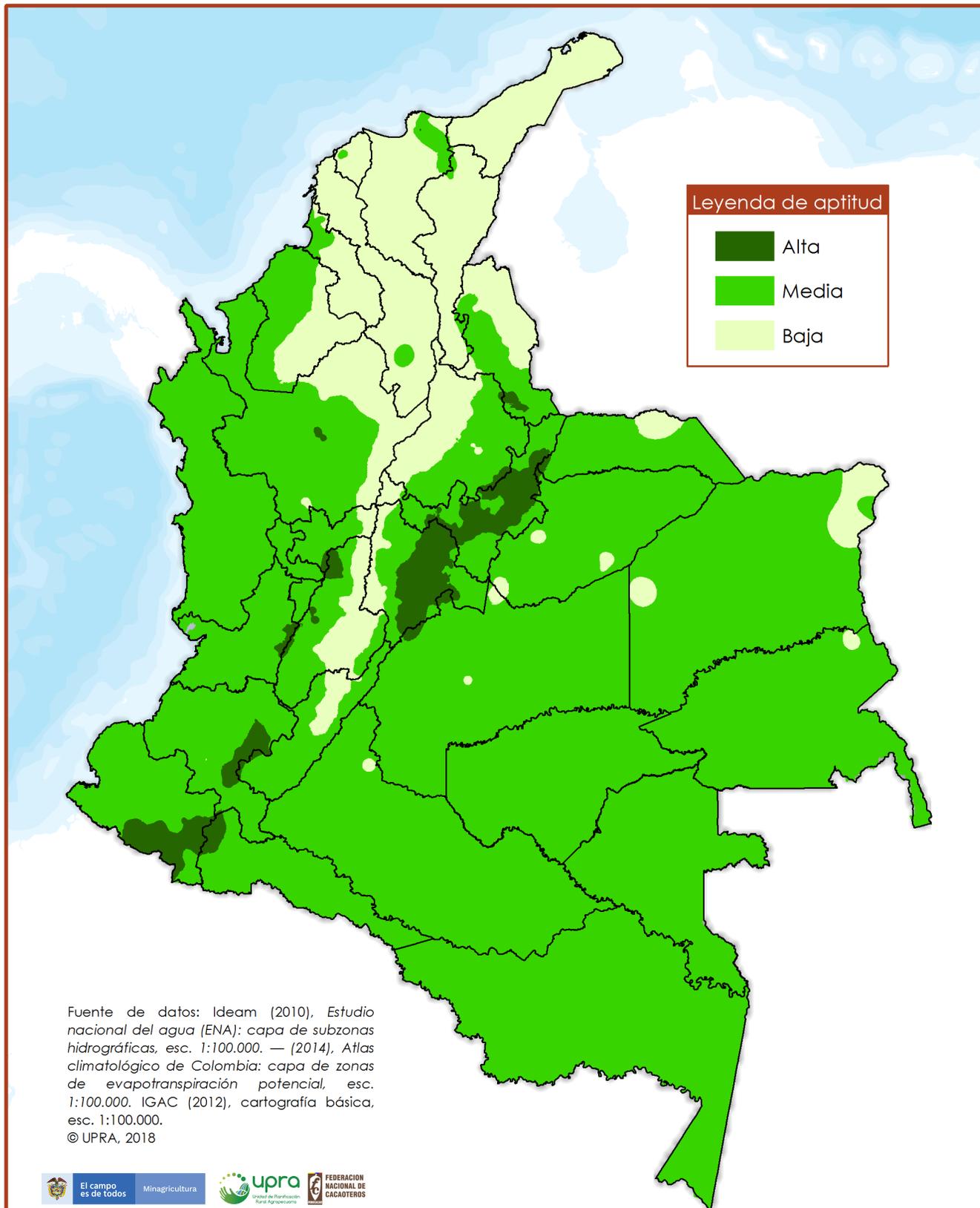
Se estableció un valor correspondiente a la relación entre la capacidad hídrica de la subzona hidrográfica y el requerimiento del cultivo. De esta manera, la aptitud varía entre un máximo (A1) en aquellos lugares de ETR x SZH en donde exista agua disponible como para satisfacer la nueva demanda impuesta por el cultivo sin poner en riesgo los usos preexistentes o al mismo cultivo. El valor mínimo de aptitud (A3) se establece en aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico, en los cuales el establecimiento del cultivo 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: uso consuntivo (ETR) e índice de uso de agua por el cultivo (IUA).

Rango de variación de la aptitud por apropiación de agua para el cultivo comercial de cacao

Descripción	Rango de variación	Aptitud
Lugares con sostenibilidad hídrica alta para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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	A1
Lugares con sostenibilidad hídrica moderada para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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	A2
Lugares con sostenibilidad hídrica baja o nula para el abastecimiento de la demanda del cultivo 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	A3

Unidad de análisis	Corresponde a los polígonos resultantes del cruce entre las zonas de ETR y las subzonas hidrográficas.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • CTA; GSI-LAC; Cosude; Ideam, (2015). <i>Evaluación multisectorial de la huella hídrica en Colombia. Resultados por subzonas hidrográficas en el marco del Estudio Nacional del Agua 2014</i>. Medellín (Colombia). • González, M.; Saldarriaga, G.; Jaramillo, O. (2010). <i>Estudio Nacional del Agua. Cap. 5. Estimación de la demanda de agua: Conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectorial</i>. Ideam. Bogotá (Colombia). • Ideam. (2010). <i>Estudio Nacional del Agua</i>. • WWF. (2012). <i>Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. Reporte Colombia 2012</i>. 	
REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL CRITERIO	
<p>Para obtener el mapa resultante de aptitud para el criterio apropiación de agua para el cultivo, se realizó el cruce de los mapas de uso consuntivo e índice de uso de agua.</p>	



USO CONSUNTIVO
CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

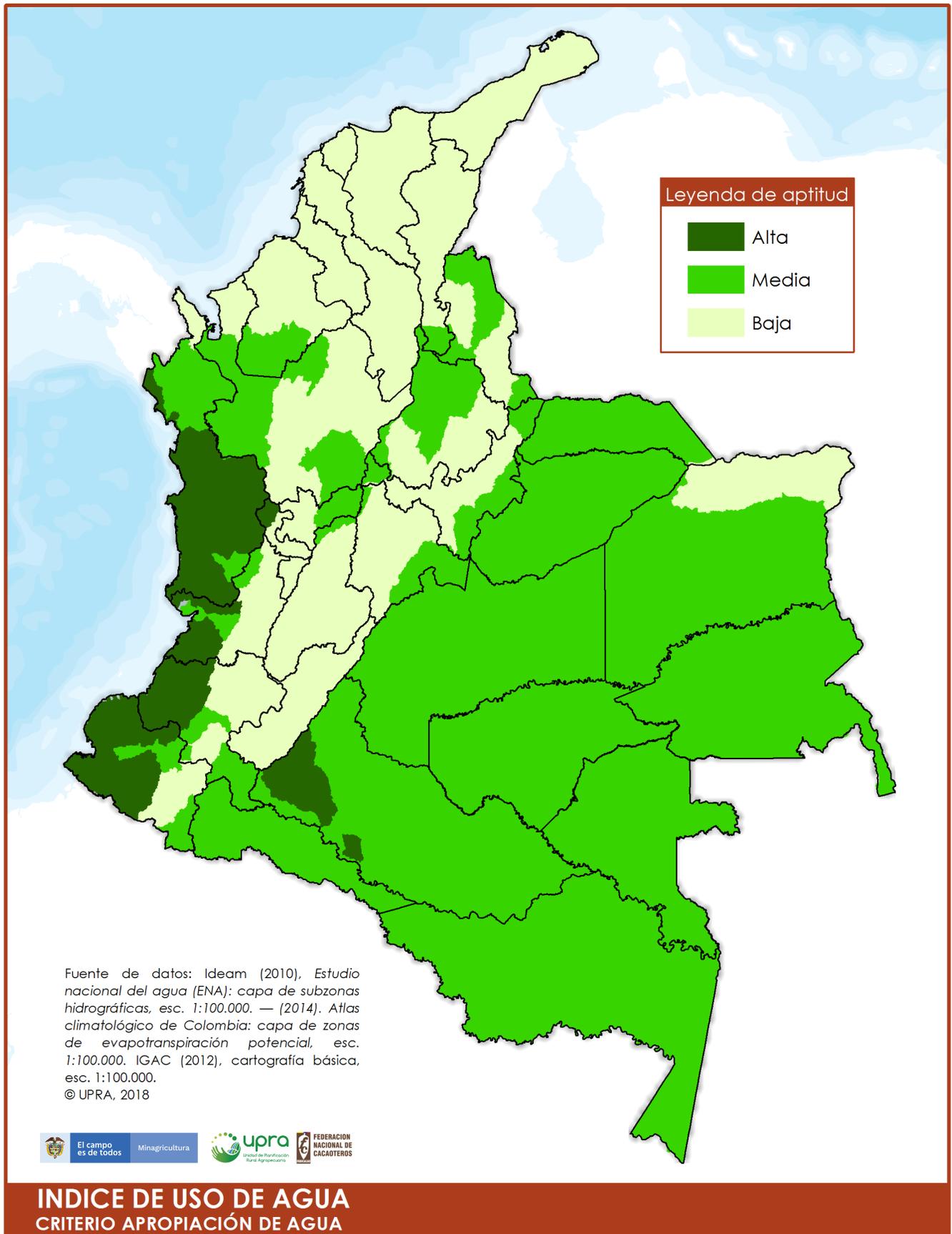


El campo es de todos

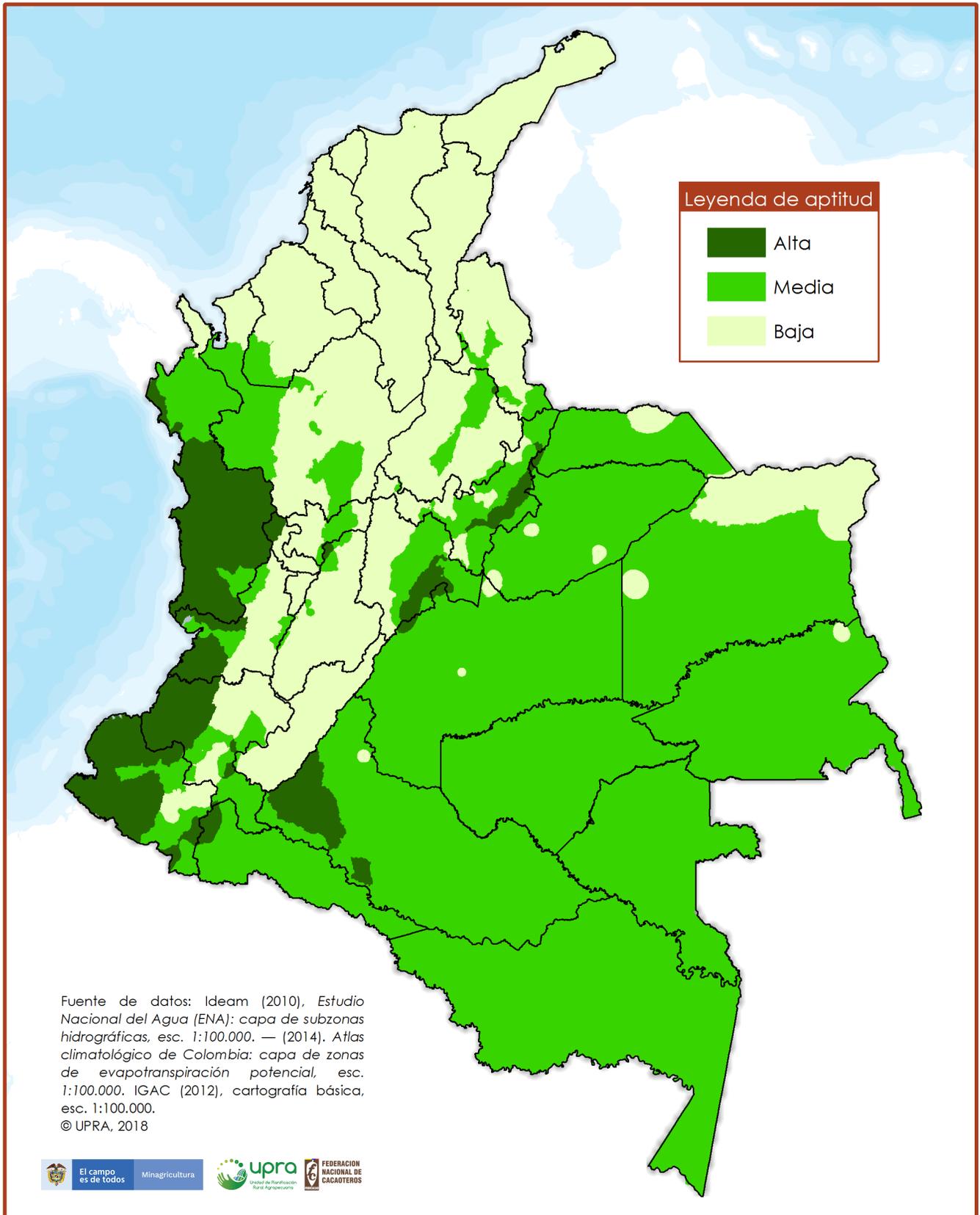
Minagricultura



FEDERACION NACIONAL DE CACAOTEROS



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

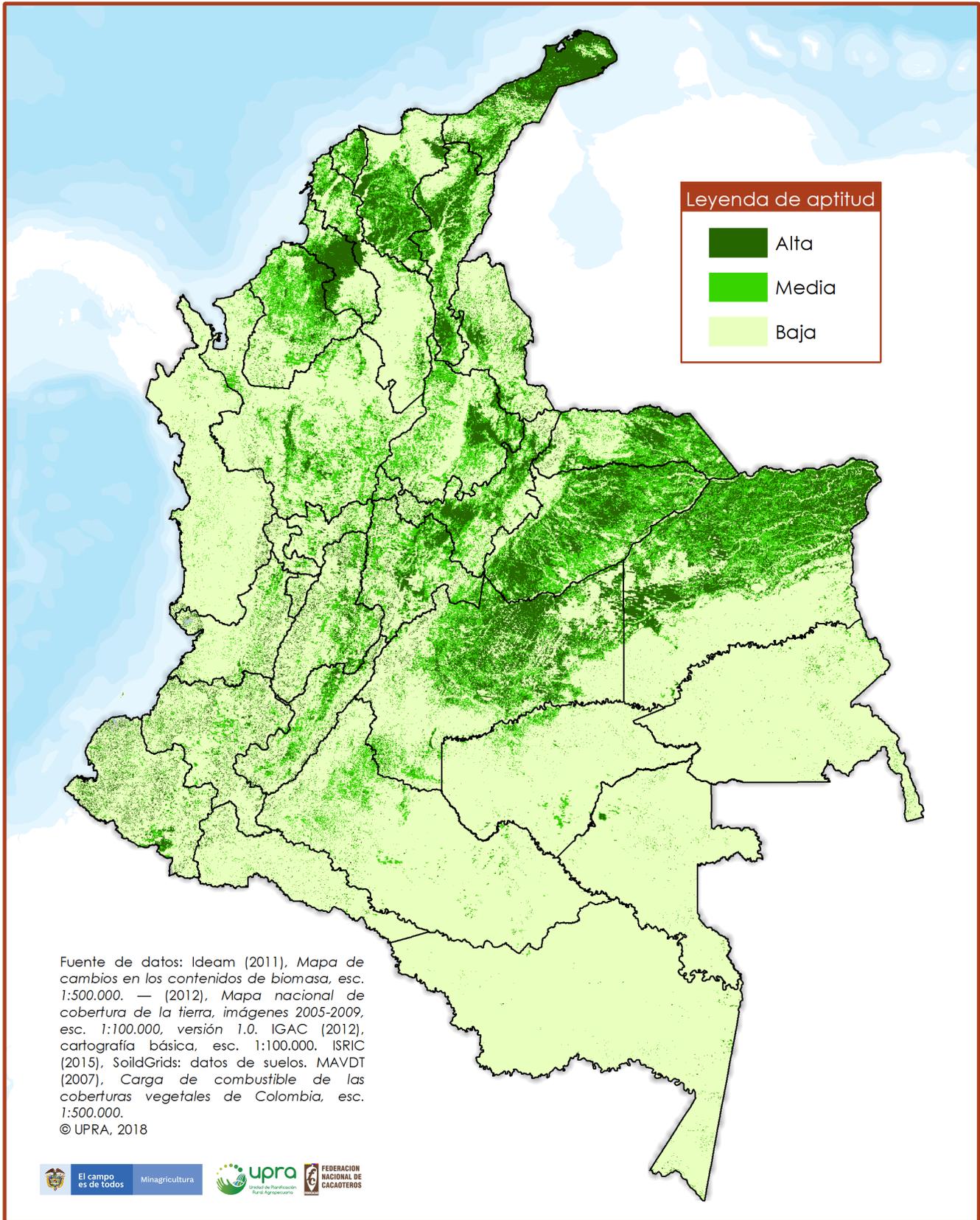


CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

2.4. CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

FICHA METODOLOGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Variación del contenido estimado de carbono.		
DEFINICIÓN		
<p>Una de las funciones de los ecosistemas es la regulación del clima del planeta mediante el almacenamiento de carbono y la eliminación de los gases de efecto invernadero (GEI), como el CO₂ de la atmósfera, entre otros. Los ecosistemas contribuyen a la regulación de CO₂ de la atmósfera a través del almacenamiento del carbono en la biomasa y el suelo, siendo quizá el más reconocido de todos los servicios de los ecosistemas (Stern, 2007; IPCC, 2006; Canadell <i>et al.</i>, 2008; Capoor <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>Teniendo en cuenta 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; de ahí la importancia de incorporar la variación del contenido estimado de carbono en los procesos de zonificación de aptitud para el establecimiento de cultivos comerciales para la planeación agropecuaria y forestal.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, la variación del contenido estimado de carbono se define como 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 de cultivos comerciales de cacao.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.</p> <p>De forma complementaria, esta estimación permitió 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.</p>		
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 realiza a partir de información general, en escala menor a la requerida.		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 1,0 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en el cálculo en las biomásas vegetales aérea y subterránea, y el contenido de carbono en el suelo, según la siguiente metodología:		
<p>a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea</p> <p>La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se realiza a partir de la articulación entre la información contenida en el mapa de «Cambios en los contenidos de biomasa-carbono en bosques» del Ideam (Phillips <i>et al.</i>, 2011) y en el mapa de «Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia» del MAVDT (Páramo, 2007).</p> <p>A partir de esta información cartográfica se realiza 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.</p> <p>El mapa resultante de la diferencia simétrica se une con el mapa del Ideam (2011), con lo que se obtiene el mapa de biomasa aérea (BA) para todas las coberturas vegetales del país.</p> <p>El contenido de carbono se estima a partir de la siguiente ecuación (IPCC, 2006):</p> $CBA = BA/2$		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

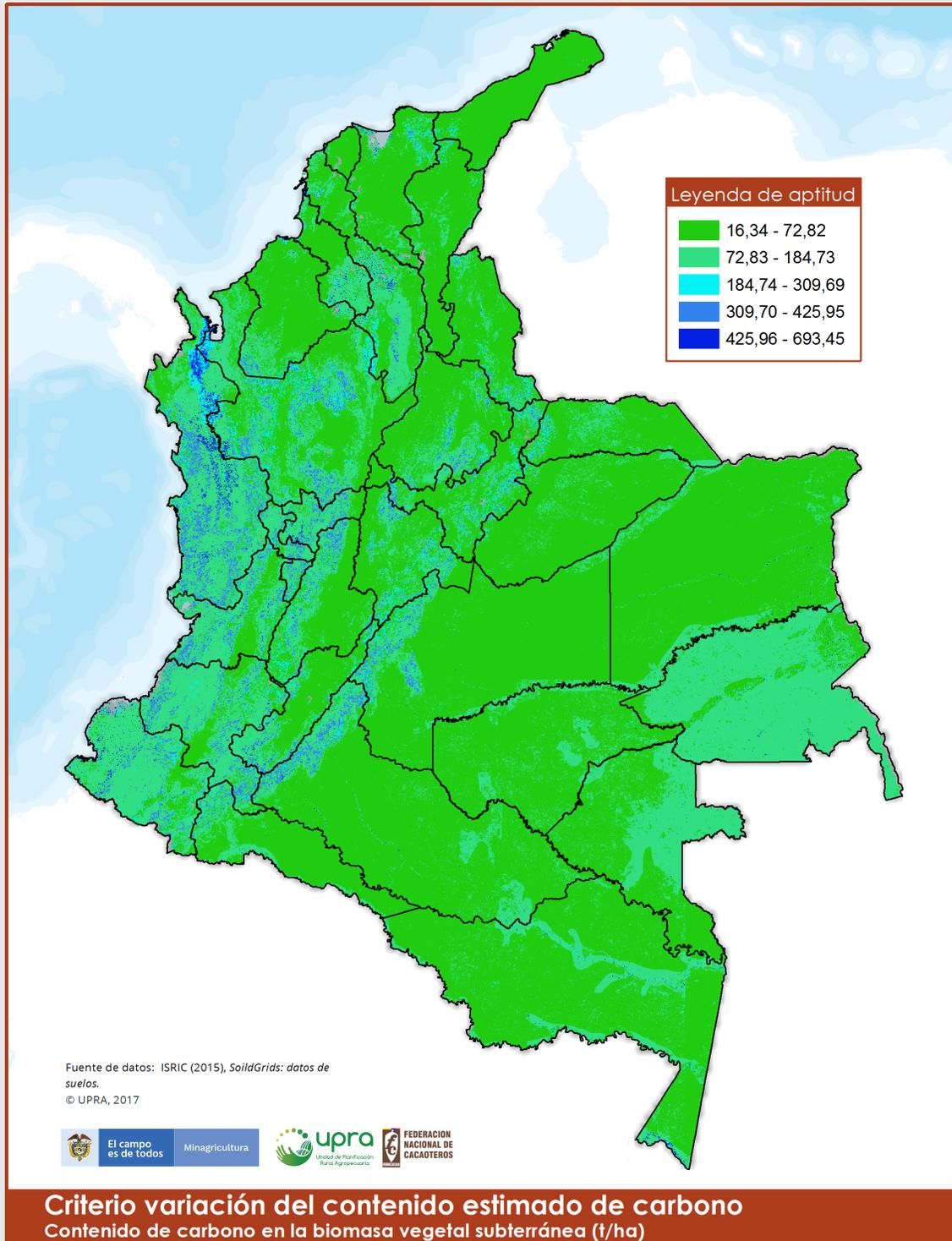


CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

La estimación de la biomasa subterránea se efectúa según los fundamentos planteados por Cairns *et al.* (1997) y Brown (1992), de acuerdo con la siguiente ecuación: $Biomasa\ subterránea = e^{-1.085 + 0,925 \ln(BA)}$

Mapa de la biomasa subterránea

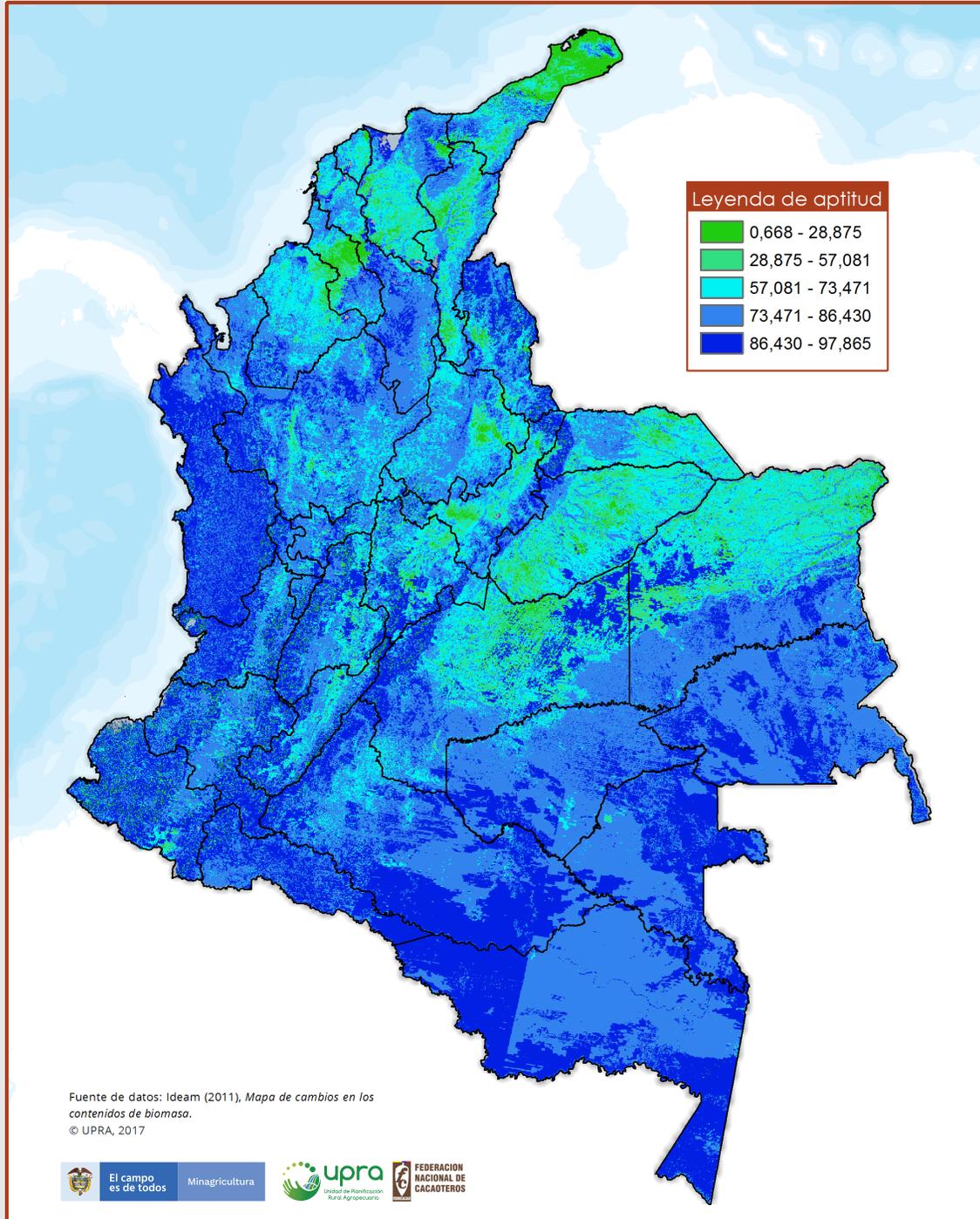


Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea se calcula el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la fórmula: $C(biomasa\ subterránea) = Biomasa\ subterránea/2$

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.

Mapa de la carbono total en la biomasa



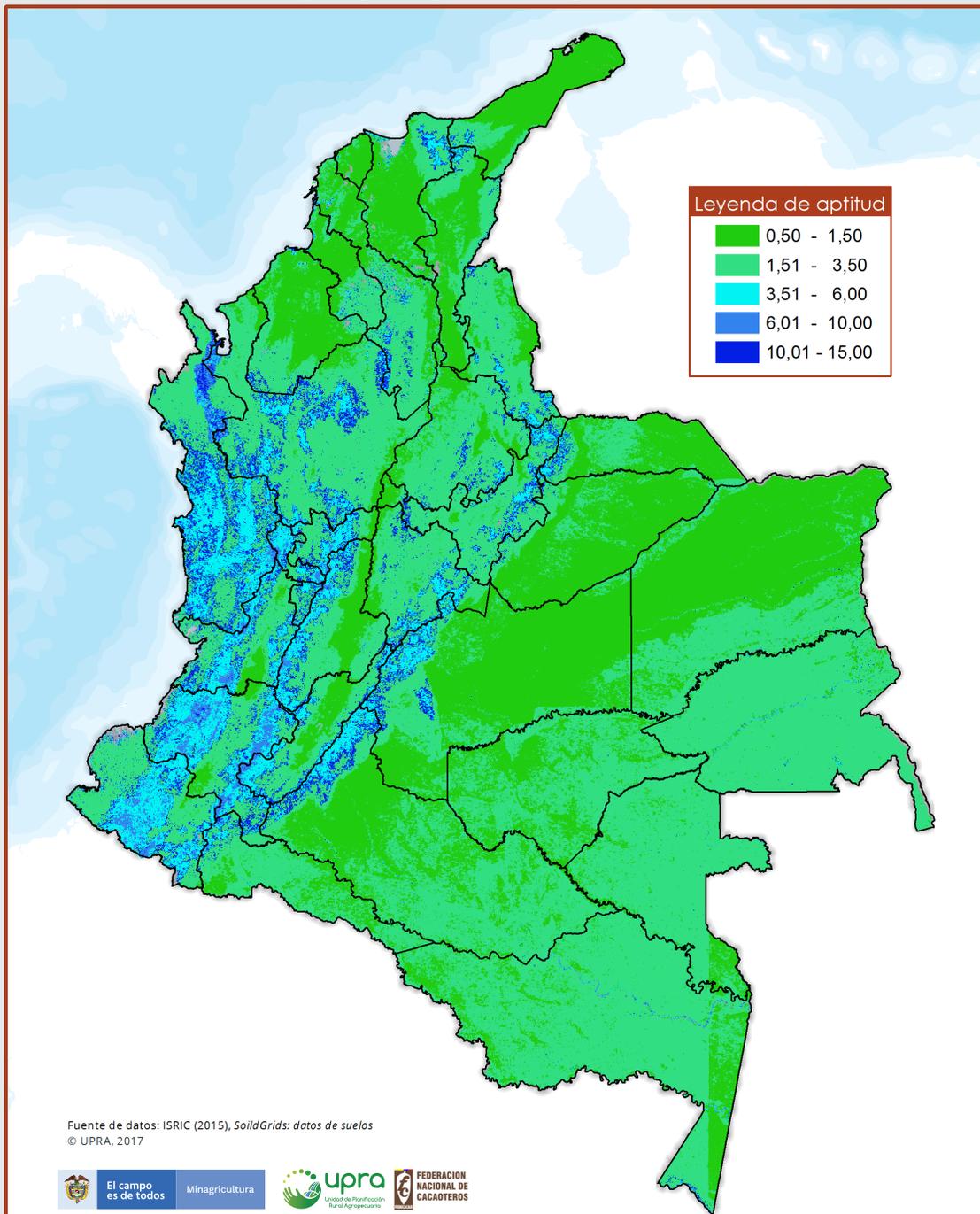
Criterio variación del contenido estimado de carbono
Contenido de carbono total de la biomasa (t/ha)

d. Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo se estima con base en la información suministrada por ISRIC (Soil World Information), 2015, a partir de las capas de porcentaje de carbono 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 la FAO y la Comisión Europea (2013):

$$C \text{ orgánico suelo} = \% C \text{ orgánico} \times \text{densidad aparente} \times \text{profundidad (0,3 m)} \times (1 - \% \text{ fragmentos gruesos})$$

Mapa del porcentaje de carbono orgánico en el suelo

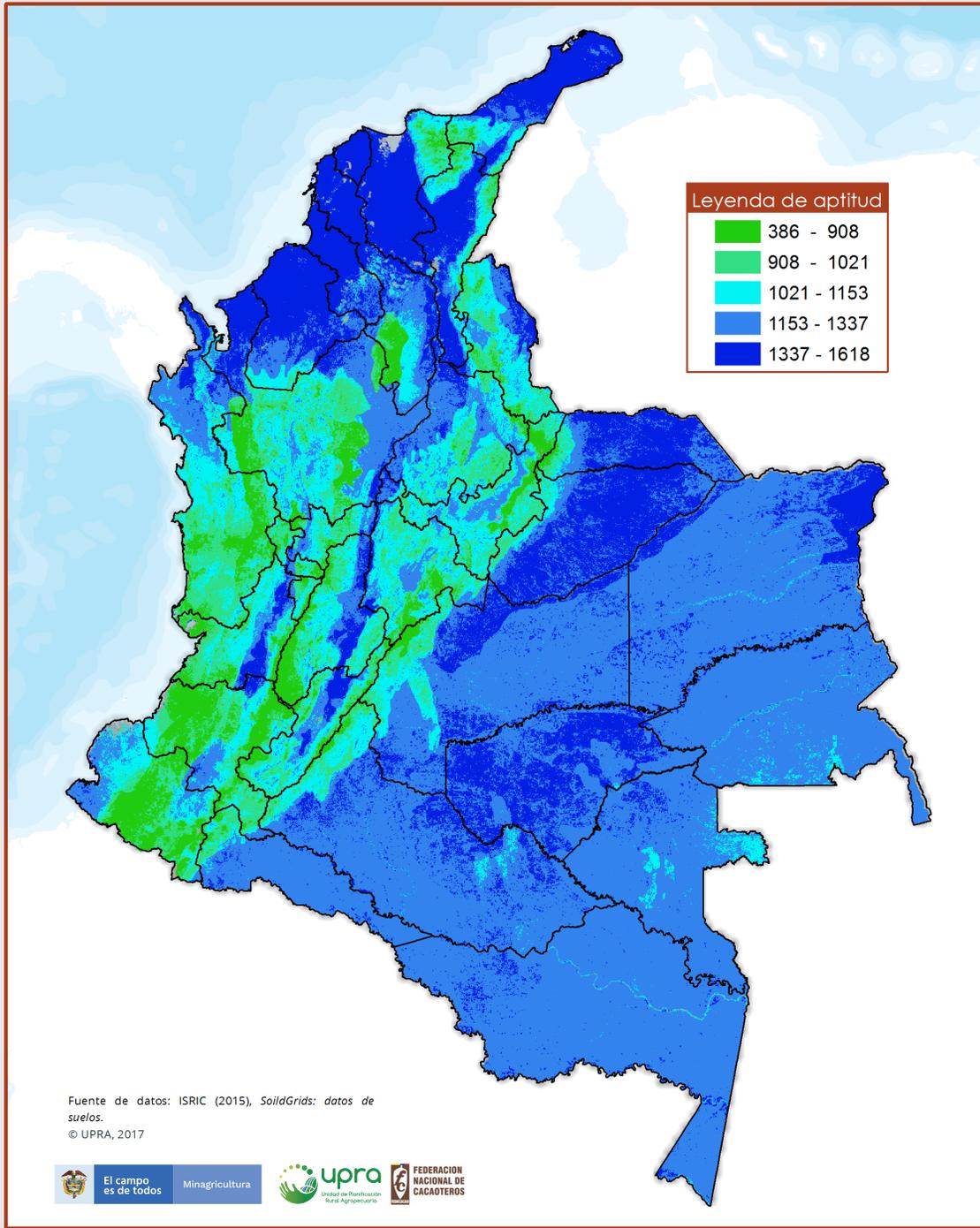


Fuente de datos: ISRIC (2015), *SoilGrids: datos de suelos*
 © UPRA, 2017



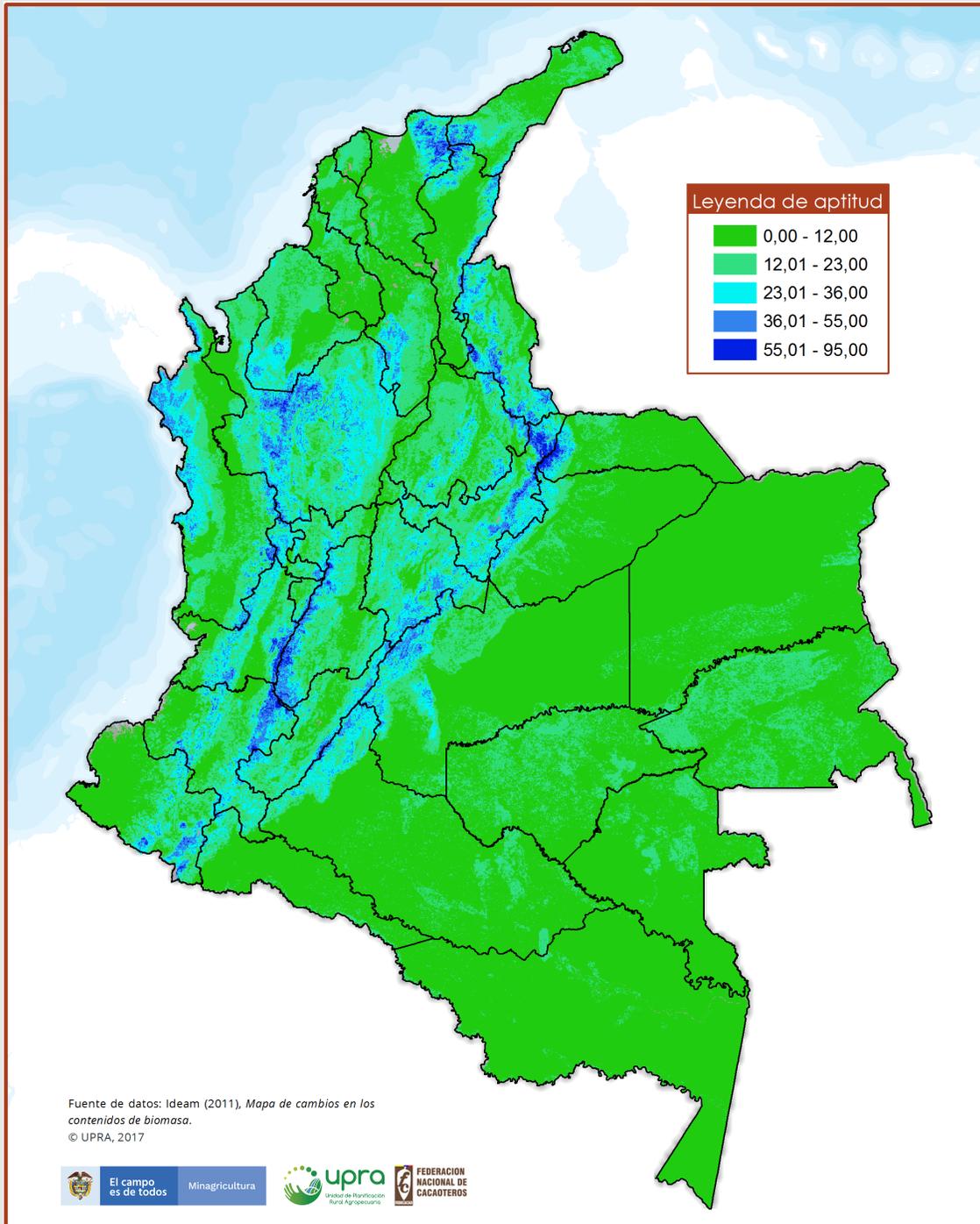
Criterio variación del contenido estimado de carbono
 Porcentaje de carbono orgánico en el suelo (%)

Mapa de la densidad aparente del suelo



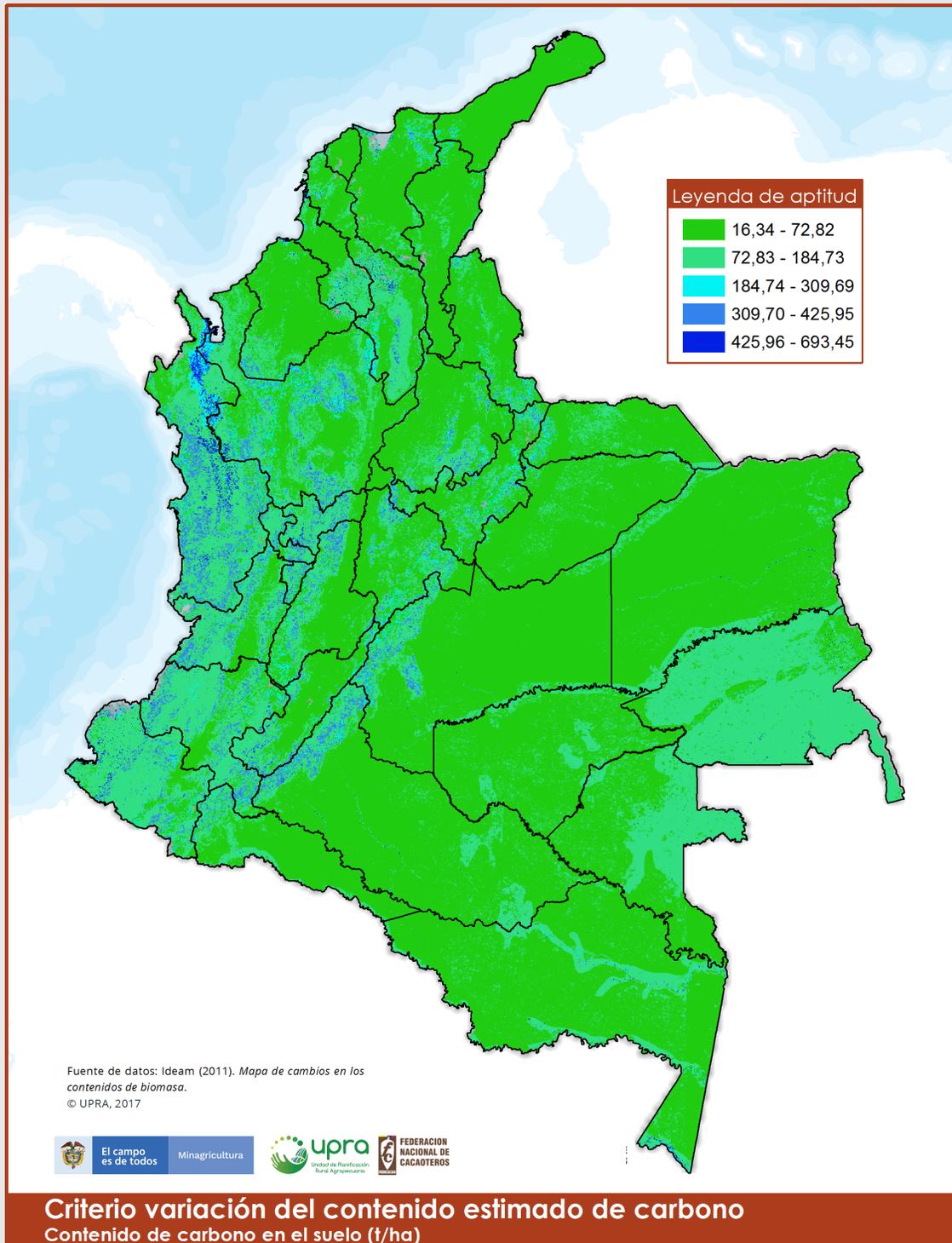
Criterio variación del contenido estimado de carbono
Densidad aparente del suelo (g/cm^3)

Mapa del porcentaje de fragmentos gruesos (> 2 mm) en el suelo



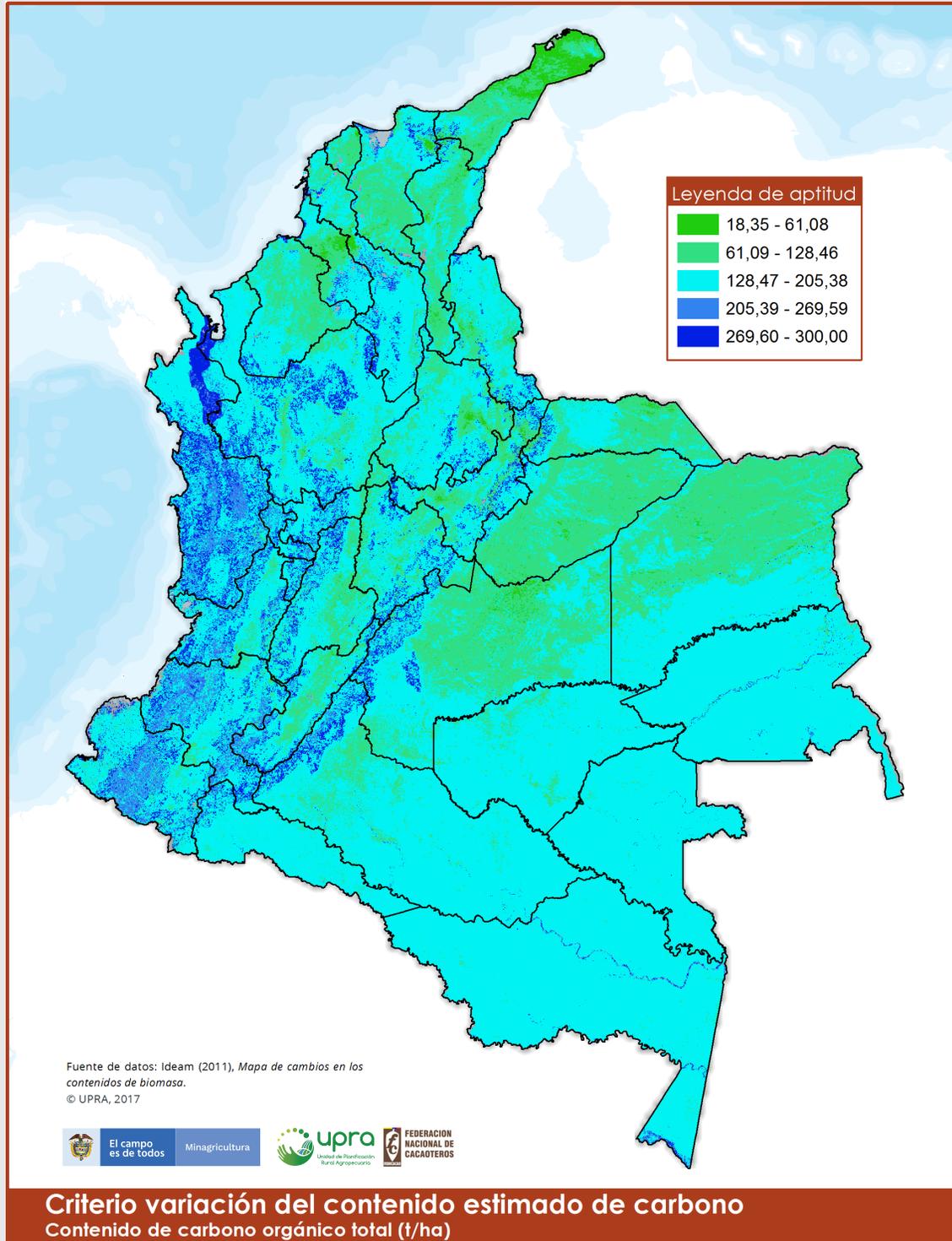
Criterio variación del contenido estimado de carbono
Porcentaje de fragmentos gruesos en el suelo (%)

Mapa del 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 generados de biomasa subterránea y carbono orgánico en suelo.

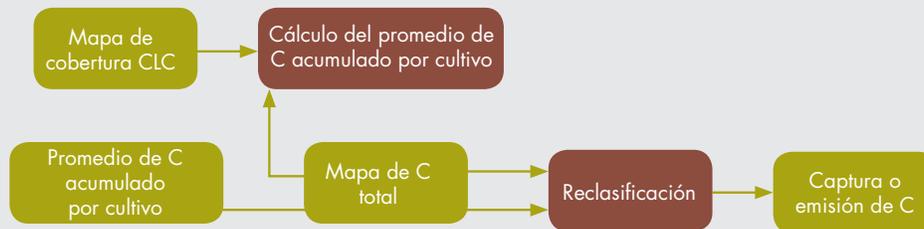


f. Calificación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono

La calificación de la aptitud por la variación del contenido estimado de carbono se lleva a cabo mediante la comparación del valor estimado de carbono (valor del píxel o de la unidad de análisis espacial) con el valor de referencia estimado de carbono que captura el cultivo, con el fin de obtener el mapa de diferencia en carbono total frente al cultivo.

Los valores obtenidos en este mapa se reclasifican según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología de zonificación.

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el cultivo de cacao por establecer puede representar una mayor cantidad de carbono secuestrado en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el remplazo representa una ganancia en términos de la captura (medida en t C/ha/año). En otras circunstancias de cobertura actual, el remplazo puede representar una cantidad capturada semejante, o incluso, en otras condiciones puede significar una menor cantidad de carbono secuestrado, en cuyo caso se constituye una pérdida en la acumulación neta por modificación de la cobertura.



Los valores obtenidos en este mapa se reclasificaron según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología de zonificación.

Los valores de la diferencia en carbono total frente al cultivo menores al -20 % corresponden a la categoría A1, mientras que el rango entre -20 % y el 20 % corresponden a la categoría A2, y los mayores al 20 % se sitúan en la categoría A3.

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

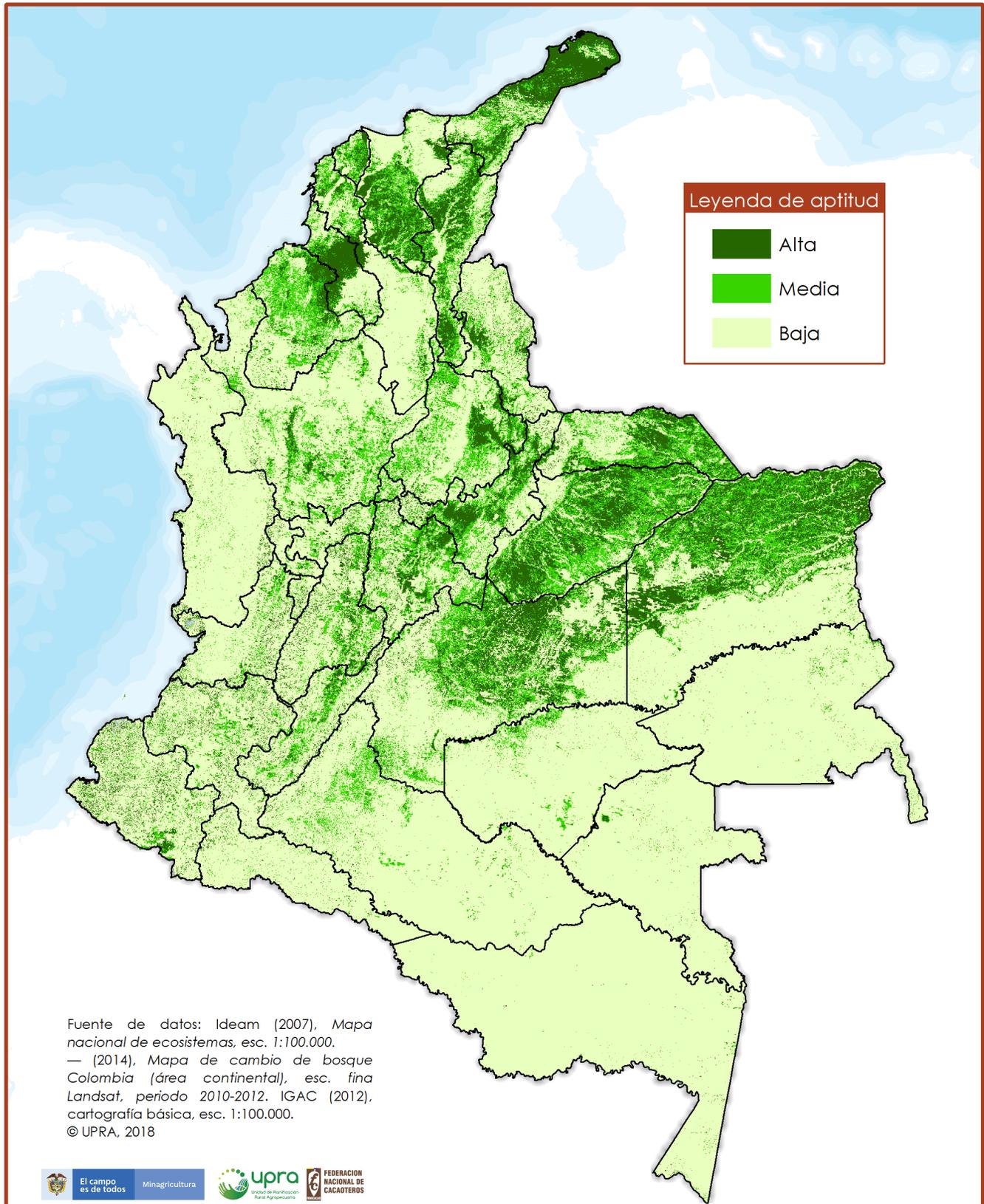
La calificación de la aptitud para el cultivo comercial de cacao, desde el punto de vista de este criterio, se establece siguiendo los siguientes preceptos:

Descripción	Aptitud
El cultivo se convierte en sumidero	A1
El cultivo es fuente moderada	A2
El cultivo es fuente de emisión	A3

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Brown, S. y Lugo, A. (1992). *Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon*. Interciencia 17:8-18.
- Cairns, M.; Brown, S.; Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). *Root biomass allocation in the world's upland forests*. Oecologia 111:1-11.
- Canadell, J.; Raupach, M. (2008). *Managing Forests for Climate Change Mitigation*. Science 320:1456-1457
- Capoor, K. y Ambrosi, P. (2008). *State and Trends of the Carbon Market 2008*. Washington, D.C.: World Bank Institute.
- IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme*, Eggleston, H.; Buendía, L.; Miwa, K.; Ngara T. y Tanabe, K. (Eds). IGES: Japón. Vol. 4. Agricultura, Silvicultura y otros usos de la Tierra.
- Páramo, G. (2007). *Mapa nacional de susceptibilidad por incendios de las coberturas vegetales, escala 1:500.000*.
- Phillips, J.; Duque, A. J.; Cabrera, K. R.; Yepes, A. P.; Navarrete, D. A.; García, M. C.; Álvarez, E.; Cabrera E.; Cárdenas, D., Galindo, G.; Ordóñez, M. F.; Rodríguez, M. L. y Vargas, D. M. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Ideam. Bogotá, 32 pp.
- SRIC-World Soil Information. (2013). *SoilGrids: an automated system for global soil mapping*.
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change: The stern review*. Cambridge and New York: Cambridge University Press.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

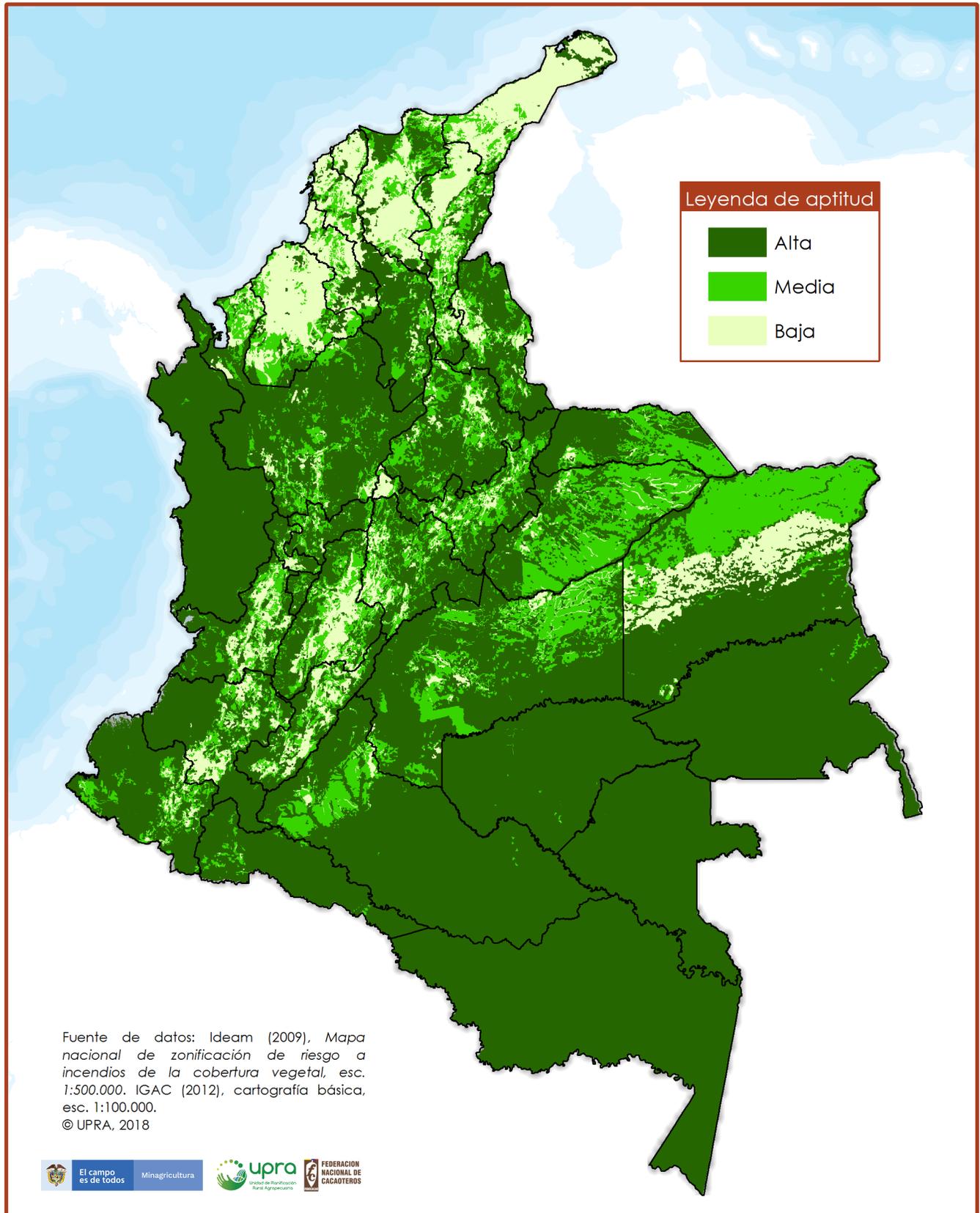


VARIABLE VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO
CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

2.5. CRITERIO AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTEMICO		
CRITERIO: AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, en donde se consideran las siguientes categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.</p> <p>Este mapa es el resultado de la integración y evaluación de los siguientes factores: susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal, precipitación, temperatura, velocidad del viento, radiación solar, frecuencia de incendios de la cobertura vegetal y pendientes.</p> <p>Es relevante mencionar que este es uno de los mapas intermedios que integran el mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, desarrollado por el Ideam en 2009.</p>		
DEFINICIÓN		
Probabilidad que posee un área cualquiera de verse afectada por un incendio de la cobertura vegetal y cómo puede esta posibilidad afectar en mayor o en menor medida las plantaciones de cacao establecidas en una zona determinada.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Los incendios de la cobertura vegetal son uno de los mayores peligros para cualquier tipo de cultivo, ya que estos eventos pueden llegar a afectar desde unos pocos individuos hasta destruir un cultivo por completo, lo que genera pérdidas económicas e impactos ambientales negativos en el suelo, la fauna y la flora cercana.</p> <p>La amenaza total de incendios de la cobertura vegetal se debe entender como el peligro latente que representa la posible manifestación de este fenómeno; esta amenaza total se expresa como la probabilidad de que un evento de este tipo se presente con una cierta intensidad, en un sitio específico y en un tiempo determinado.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
El principal limitante identificado está relacionado con la escala del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, ya que la escala de salida de dicho mapa es 1:500.000, lo cual generaliza la información analizada y a su vez, resta exactitud en el análisis.		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 0,9 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>El criterio se construyó con base en el mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, el cual relaciona factores tales como la susceptibilidad de la vegetación a incendios de la cobertura vegetal, precipitación, temperatura, velocidad del viento, frecuencia de incendios de la cobertura vegetal, pendientes y radiación solar.</p> <p>Este mapa tiene por objeto identificar el grado de amenaza por incendios de la cobertura vegetal que posee el país (Ideam y Conif, 2009). Asimismo, el criterio se construyó reclasificando las categorías del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal; el criterio solo tiene tres categorías de aptitud: A1, A2 y A3.</p>		
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD		
El criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:		
Descripción	Categoría de amenaza	Aptitud
Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Muy baja y baja	A1
Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Moderada	A2
Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Alta y muy alta	A3
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Ideam. (2009). Mapa nacional de zonificación de riesgo a incendios de la cobertura vegetal, a partir de información temática e información complementaria y el aplicativo informático para automatizar las posteriores actualizaciones. 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL





3. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO



3.1. CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: INDICADORES ECONÓMICOS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Grado de importancia económica municipal, expresado como el grado o la categoría de importancia económica municipal, comprendido entre 1 y 7, con vigencia 2015 y asignado con base en el PIB municipal.</p> <p>Créditos otorgados, expresados como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio.</p> <p>Incentivo a la capitalización rural (ICR), expresado como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Medida que muestra las tendencias de asignación de recursos financieros e incentivos que contribuyen al apalancamiento del cultivo en un entorno que considera la generación de valor agregado en el municipio.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al entorno financiero (comportamiento del apalancamiento de recursos, incentivos y la generación de valor agregado) en un municipio, el cual forma parte de las consideraciones en la toma de decisiones para desarrollar las actividades productivas entre las cuales se encuentra el cultivo comercial de cacao.</p> <p>Un desempeño económico más alto, mayores créditos y más incentivos a la cadena de cacao en un municipio son indicadores de que en ese municipio —en relación con el resto de los municipios de Colombia— el aparato productivo está mejor adecuado a los requerimientos de esta actividad agrícola y que la dinámica del apalancamiento financiero es más activa, y por lo tanto, ese municipio se considera más competitivo.</p> <p>Un mayor dinamismo del apalancamiento financiero de la cadena indica una mejor acreditación de la actividad cacaotera, lo cual permite que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir recursos financieros tanto para actividades propias de la actividad cacaotera (establecimiento, manejo, cosecha a través de créditos) como para la inversión en bienes de capital (a través de créditos y de herramientas como el ICR).</p> <p>Más recursos financieros de otras fuentes distintas al productor, invertidas en un entorno apropiado para las actividades productivas, mejoran la competitividad de los cacaoteros, ya que potencia sus recursos de inversión y mejora su rentabilidad.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>No se conocen limitantes para la evaluación de este criterio.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 6,5 %		

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen. Las variables califican los municipios según categorías de aptitud competitiva (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Mediante un árbol de decisión se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja), como se presentan en el siguiente cuadro.

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Indicadores económicos	Municipios con sumatoria de aptitud ≥ 7	Municipios con sumatoria de aptitud entre 5 y 6	Municipios con sumatoria de aptitud ≤ 4

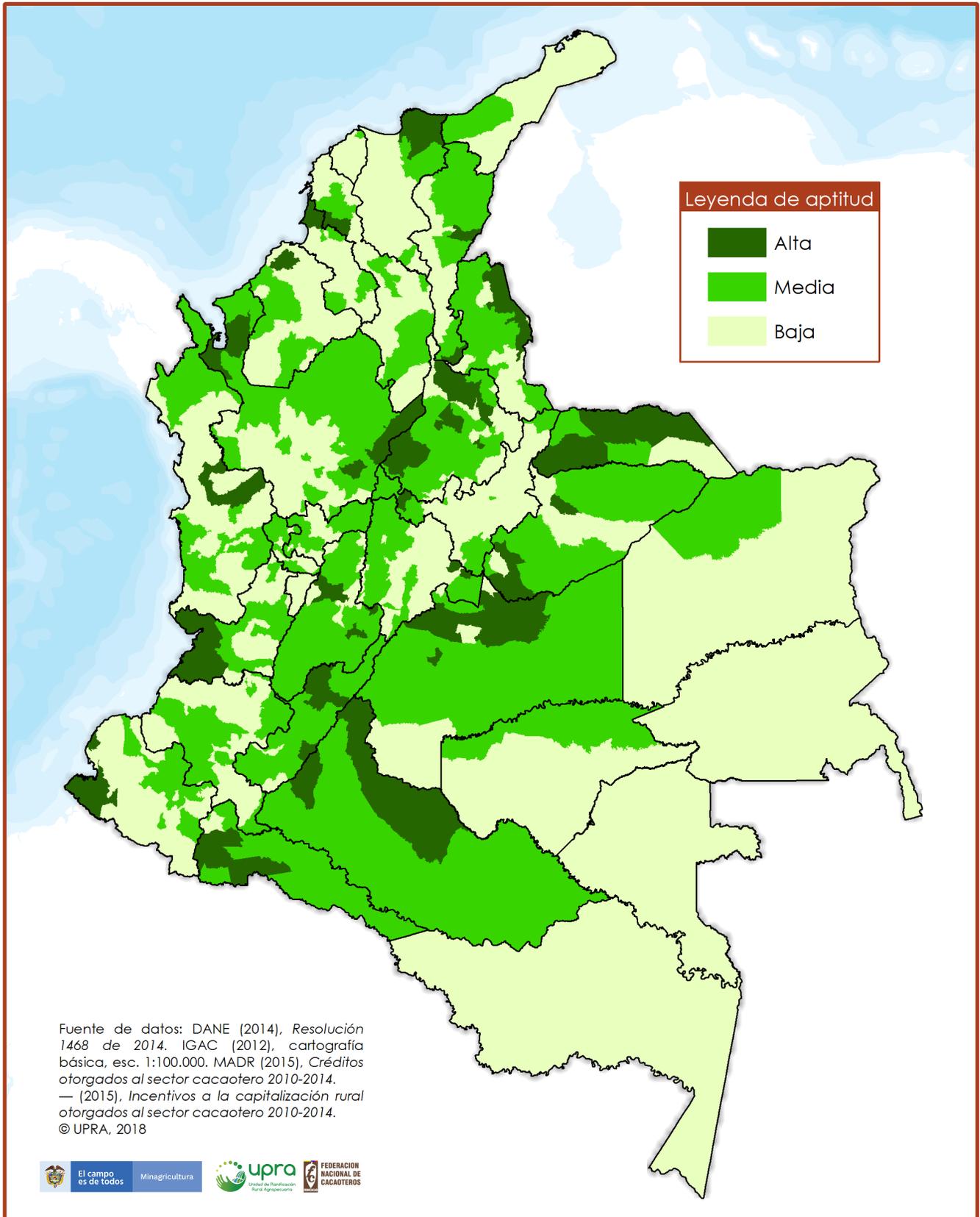
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Grado de importancia económica municipal	Grado o categoría de importancia económica municipal	1 y 2	3, 4 y 5	6 y 7
Créditos otorgados	Índice de competitividad (IC)	IC de 0,002530 a 1	IC de 0,00000759 a 0,002517	Municipios sin historial de créditos
	Valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	≥ 100	Entre 0,3 y 99,5	
Incentivo a la capitalización rural (ICR)	Índice de competitividad (IC)	IC de 0,01893242 a 1	IC de 0,00073523 a 0,01787483	Municipios sin historial de ICR
	Valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	De 10,3 a 544,0	Entre 0 y 9,7	

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2014). *Resolución 1468 de 2014*. 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.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica*, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2012). *Cartilla de política agropecuaria 2010-2014*.
- -. (2015). *Créditos otorgados al sector cacaotero, promedio anual (2010-2014)*.
- -. (2015). *Incentivos ICR otorgados al sector cacaotero promedio anual (2010-2014)*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

3.1.1. Variable grado de importancia económica municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: GRADO DE IMPORTANCIA ECONÓMICA MUNICIPAL	UNIDAD DE MEDIDA: Grado o categoría de importancia económica municipal (comprendido entre 1 y 7, con vigencia 2015 y asignado con base en el PIB municipal).	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Peso relativo que representa el producto interno bruto de cada uno de los municipios dentro de su departamento. La expresión «peso relativo» corresponde a la distribución del valor agregado del departamento entre cada uno de sus distritos y municipios ubicados en su jurisdicción, a partir de una estructura obtenida con indicadores sectoriales directos e indirectos (DANE, 2014).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos respecto al desempeño económico del municipio. Un mayor grado de importancia económica en un municipio evidencia una mayor aptitud competitiva para el desarrollo de actividades económicas porque señala que la dinámica del aparato productivo en el municipio es más adecuada para responder a los requerimientos de dichas actividades, entre las cuales se encuentra el cultivo de cacao.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron según tres categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
Grado o categoría de importancia económica municipal	Aptitud	
1 y 2	A1	
3, 4 y 5	A2	
6 y 7	A3	
<p>El grado de importancia más alto (categoría 1) está en Bogotá, con un valor agregado de \$ 148,93 billones para 2013.</p>		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se conocen limitantes para la evaluación de esta variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DANE. (2014). *Grado de importancia económica municipal, Resolución 1468 del 18 de julio de 2014*, «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». La resolución toma como base de cálculo de información 2013.

2. Precisión de la información

Sin precisiones de la información.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

No se identificaron inconsistencias en la información.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

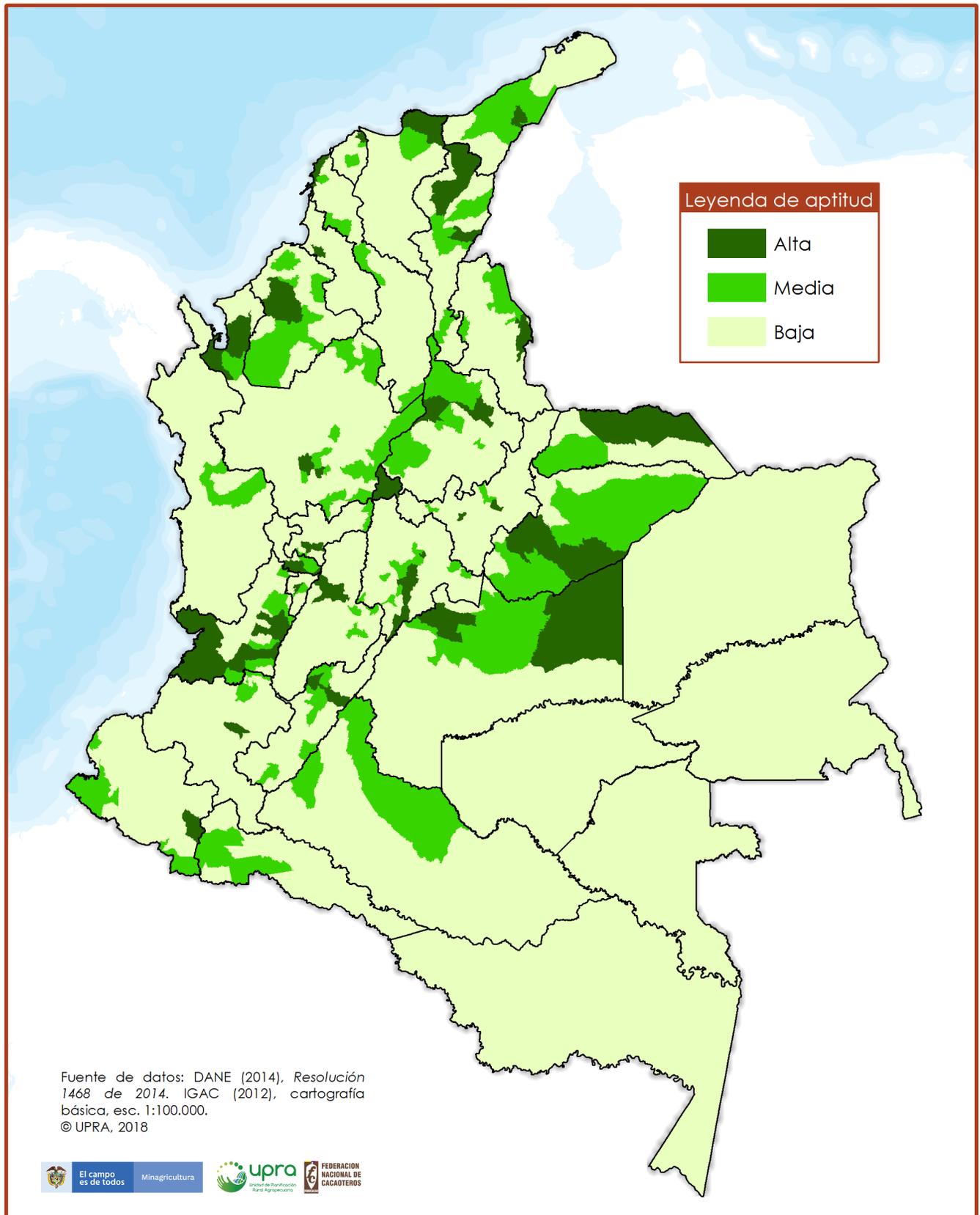
La aptitud competitiva se definió agrupando las categorías de importancia municipal de la siguiente forma: A1, municipios con categorías 1 y 2; A2, municipios con categorías 3, 4 y 5; A3, municipios con categorías 6 y 7.

Unidad de análisis	Municipio.
--------------------	------------

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2014). *Resolución 1467 de 2014. Vigencia 2015*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE GRADO DE IMPORTANCIA ECONÓMICA MUNICIPAL
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

3.1.2. Variable créditos otorgados

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: CRÉDITOS OTORGADOS	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC) (comprendido entre 0 y 1; calculado con base en el valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio).	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Préstamos otorgados a personas naturales o jurídicas para desarrollar diferentes actividades, desde el proceso de producción y comercialización hasta la transformación primaria de los bienes (Minagricultura, 2012).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector cacaotero en el municipio, el cual es un factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre los créditos otorgados y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayor valor promedio anual de créditos otorgados reflejan una mejor acreditación para el desarrollo de la actividad cacaotera, lo que permite que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir apalancamiento financiero.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).		
Valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	Índice de competitividad (IC)	Aptitud
	IC de 0,002530 a $1 \geq 100$	A1
	IC de 0,00000759 a 0,002517 Entre 0,3 y 99,5	A2
	Municipios sin historial de créditos	A3
Entre 2010 y 2014, el promedio anual de los créditos otorgados al sector cacaotero fue de \$ 79.722 millones. Las cifras de créditos otorgados en este periodo de análisis oscilaron entre \$ 0,3 y \$ 39.521,66 millones promedio por municipio. Los departamentos de Nariño y Santander agrupan los municipios que tienen los mayores promedios.		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se conocen limitantes para la evaluación de esta variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Minagricultura. Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales (2015). *Créditos otorgados al sector cacaotero, 2010-2014*.
- Finagro 2015. Informe de crédito para el Consejo Nacional Cacaotero.

2. Precisiones de la información

Las cifras de créditos otorgados corresponden al valor total anual en millones de pesos para todos aquellos municipios que reportan información en el periodo de análisis.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calculó el promedio anual del valor de los créditos otorgados en millones de pesos para los años 2010-2014, con base en los datos reportados por la fuente.

4. Cálculo del índice de competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I-MÍN)/(MÁX-MÍN)$

Donde:

- I*: valor de la variable en el municipio objeto del IC.
- MÍN*: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.
- MÁX*: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos de créditos otorgados. Se consultaron el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos se elaboró el histograma de distribución y se calcularon estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

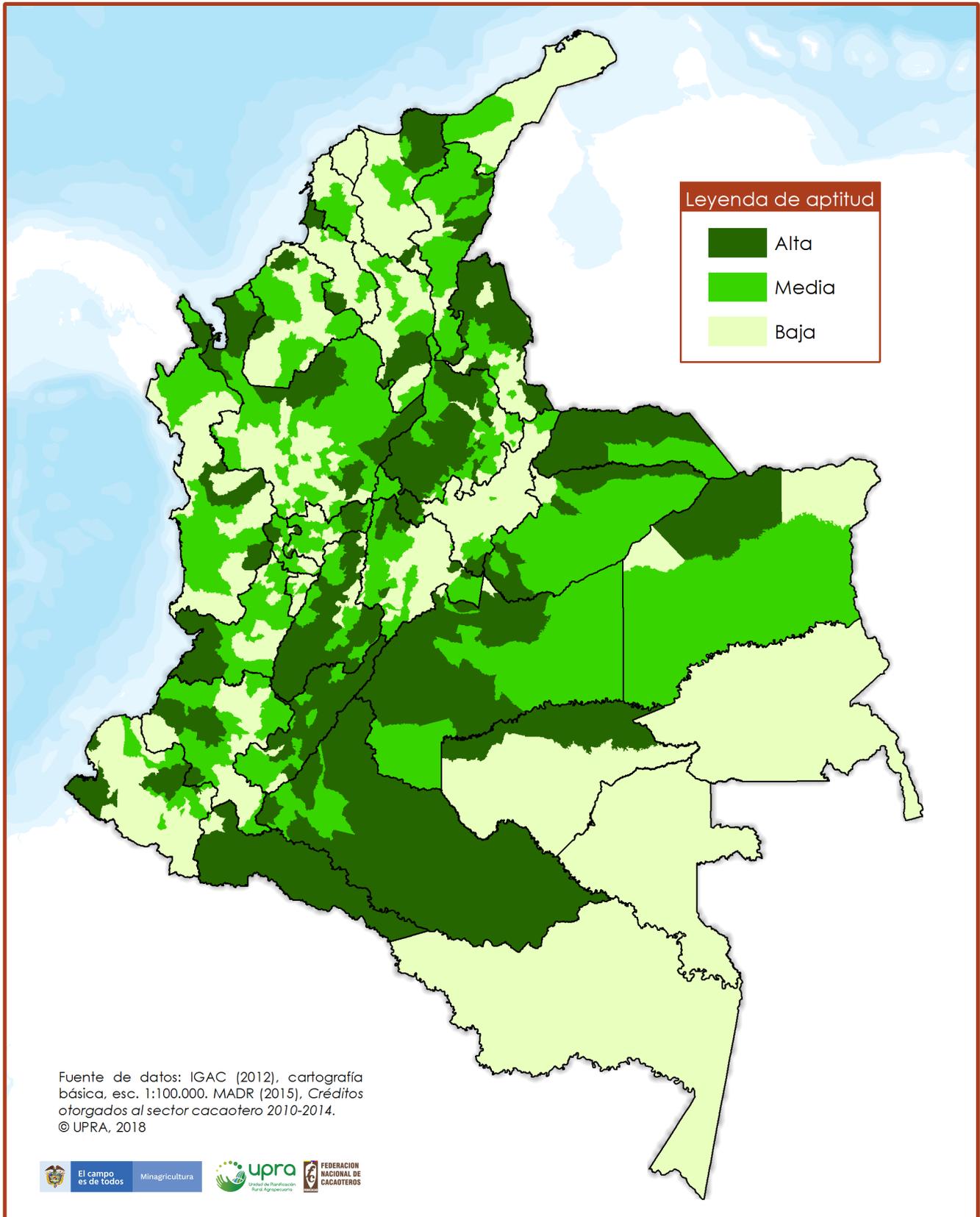
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Minagricultura. (2015). *Créditos otorgados al sector cacaotero, 2010-2014*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. MADR (2015), Créditos otorgados al sector cacaoero 2010-2014. © UPRA, 2018



El campo es de todos

Minagricultura



VARIABLE CRÉDITOS OTORGADOS
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

3.1.3. Variable incentivo a la capitalización rural (ICR)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
VARIABLE: INCENTIVO A LA CAPITALIZACIÓN RURAL (ICR)	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC) (comprendido entre 0 y 1; calculado con base en el valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio).	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Apoyo económico no reembolsable otorgado mediante el abono al saldo del capital del crédito contraído por el productor para la ejecución de nuevos proyectos de inversión, orientados a mejorar la infraestructura de producción y de comercialización agropecuaria (Minagricultura, 2012).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector cacaotero en el municipio, el cual es un factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión.</p> <p>Asimismo, permite mejorar la competitividad de los productores cacaoteros mediante el apoyo a la inversión en bienes de capital. El incentivo a las inversiones en infraestructura para la producción, transformación y comercialización incide en la disminución de los costos de producción de los cacaoteros, lo que representa el mejoramiento de su flujo de caja y el aumento de la rentabilidad de su actividad productiva. Menores costos de producción también implican que el productor puede ofrecer precios más competitivos en el mercado.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre ICR otorgados y la aptitud competitiva del municipio. Municipios donde se reporta mayor valor promedio anual de ICR por beneficiario reflejan un mayor interés de los productores en el desarrollo del cultivo de cacao y una mayor actividad relacionada con la cadena productiva, ya que dispone de recursos financieros adicionales. Todo lo anterior promueve la generación de mejores condiciones para el fomento del sector cacaotero en un municipio con relación a los demás municipios del país.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con tres categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
<p>Índice de competitividad (IC) Valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados en el municipio (millones de pesos colombianos)</p>		Aptitud
<p>IC de 0,009118 a 1 De 10,3 a 544</p>		A1
<p>IC de 0,0007352 a 0,009089 Entre 0 y 9,7</p>		A2
<p>Municipios sin historial de incentivos ICR</p>		A3
<p>Durante los años 2010 al 2014, el municipio de San Pablo (Bolívar) fue el municipio en donde se otorgaron los mayores recursos del ICR. Los productores ubicados en este municipio se beneficiaron con \$ 544 millones (promedio anual por beneficiario) por concepto de ICR.</p>		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se conocen limitantes para la evaluación de esta variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Minagricultura. Dirección de Financiamiento y Riesgos Agropecuarios (2015). *Incentivos a la capitalización rural (ICR) para cacao, 2010-2014*.

2. Precisiones de la información

Las cifras de ICR otorgados corresponden al valor total promedio anual en millones de pesos para todos aquellos municipios que reportan información en el periodo de análisis.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calculó el promedio anual por beneficiario del valor de los ICR otorgados en millones de pesos para los años 2010-2014, con base en los datos reportados por la fuente.

4. Cálculo del índice de competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos de ICR otorgados por beneficiario. Se consultaron el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos se elaboró el histograma de distribución y se calcularon estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

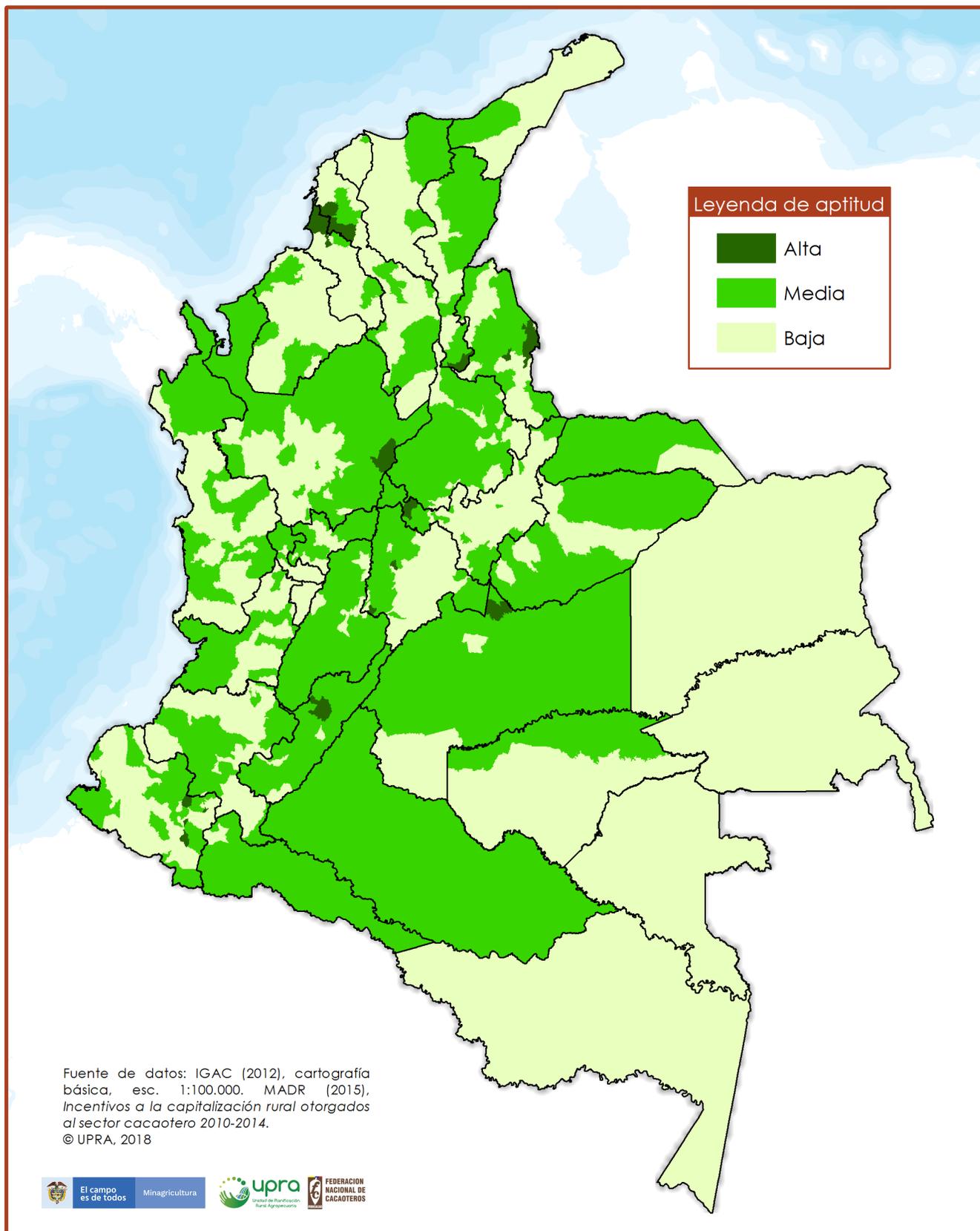
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Minagricultura. (2012). *Cartilla de Política Agropecuaria 2010-2014*.
- -. (2015). *Incentivos a la capitalización rural (ICR) para cacao, 2010-2014*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE INCENTIVO A LA CAPITALIZACIÓN RURAL (ICR)
CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS

3.2. CRITERIO PRECIO DE LA TIERRA RURAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: PRECIO DE LA TIERRA RURAL		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Precio de la tierra rural municipal, expresado como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el valor promedio del avalúo catastral de los predios rurales con destino económico agropecuario, por hectárea en el municipio a 2014.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio.</p> <p>Para efectos de la zonificación, el criterio, al igual que la variable, se asimila e incorpora como el avalúo catastral promedio por hectárea de los predios rurales de un municipio.</p> <p>Avalúo catastral: determinación 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 el comprendidos (IGAC, 2011).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en los costos de producción, los cuales están directamente asociados a la competitividad del cultivo. A menores precios de la tierra, menores costos de producción, lo que conduce a que un productor sea más competitivo.</p> <p>Municipios con precios de la tierra más bajos son más atractivos para los agentes económicos interesados en el desarrollo de la actividad productiva cacaotera.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La fuente de información para la medición de la variable, base predial del IGAC, vigencia 2014, no cuenta con datos para 84 municipios.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 3,8 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
<p>Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud competitiva de los municipios son equivalentes a las categorías de la variable.</p>		

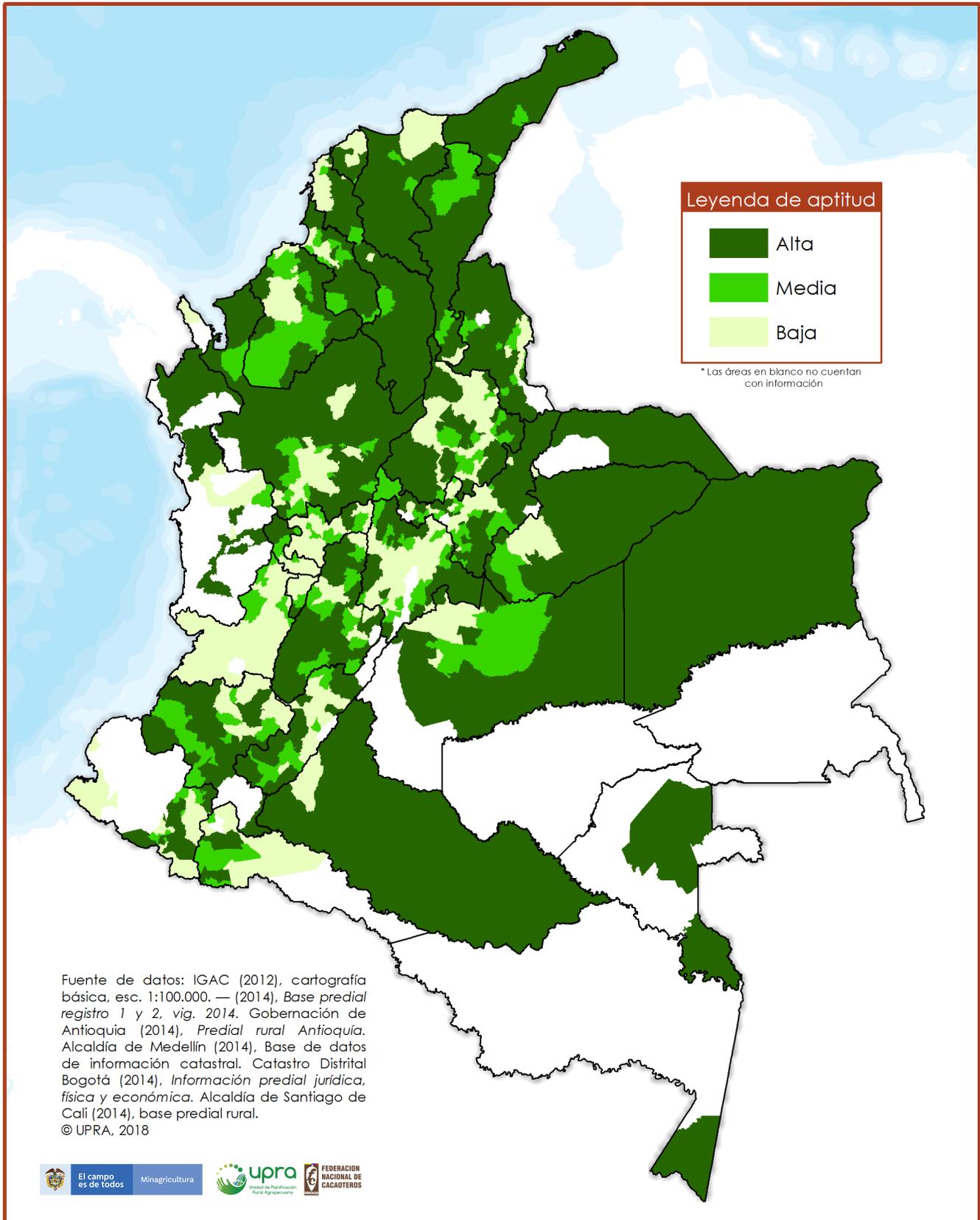
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Precio de la tierra rural municipal	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,998608	IC entre 0,997015 y 0,998608	IC < 0,997015
	Avalúo catastral promedio de los predios rurales con destino económico agropecuario por hectárea en el municipio a 2014 (pesos colombianos)	< \$ 3.500.000	Entre \$ 3.500.000 y \$ 7.500.000	> \$ 7.500.000

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- -. (2011). *Resolución 70 de 2011*, Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral.
- -. (2014). Predios con destino agropecuario, base predial R1 y R2, vigencia 2014.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO PRECIO DE LA TIERRA RURAL

3.2.1. Variable precio de la tierra rural municipal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: PRECIO DE LA TIERRA RURAL		
VARIABLE: PRECIO DE LA TIERRA RURAL MUNICIPAL	UNIDAD DE MEDIDA: IC, calculado como el valor promedio del avalúo catastral de los predios rurales con destino económico agropecuario, por hectárea en el municipio a 2014.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio.</p> <p>Para efectos de la zonificación, esta variable se asimiló e incorporó como el avalúo catastral promedio por hectárea de los predios rurales de un municipio.</p> <p>Avalúo catastral: 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 el comprendidos (IGAC, 2011).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en los costos de producción, los cuales están directamente asociados a la competitividad del cultivo de cacao. A menores precios de la tierra, menores costos de producción, lo que conduce a que un productor sea más competitivo.</p> <p>Municipios con precios de la tierra más bajos son más atractivos para los agentes económicos interesados en el desarrollo de la actividad productiva cacaotera.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos adoptados para la espacialización de los valores de la variable se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
<p>Índice de competitividad (IC) Avalúo catastral promedio de los predios rurales con destino económico agropecuario por hectárea en el municipio a 2014 (pesos colombianos)</p>		Aptitud
<p>IC > 0,998608 < \$ 3.500.000</p>		A1
<p>IC entre 0,997015 y 0,998608 Entre \$ 3.500.000 y \$ 7.500.000</p>		A2
<p>IC < 0,997015 > \$ 7.500.000</p>		A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La fuente de información para la medición de la variable, base predial del IGAC, vigencia 2014, no cuenta con datos para 84 municipios.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC (2010). Cartografía básica, escala 1: 100.000.
- IGAC (2014). Base predial, registros 1 y 2, vigencia 2014.

2. Precisiones de la información

El valor de la hectárea rural por municipio, a partir de la información catastral disponible, incorpora el valor de las construcciones presentes en cada predio.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calculó el avalúo catastral por hectárea para cada uno de los predios con destino económico agropecuario del municipio y a partir de esto se calculó el valor promedio por municipio.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tienen el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I-MÁX)/(MÍN-MÁX)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

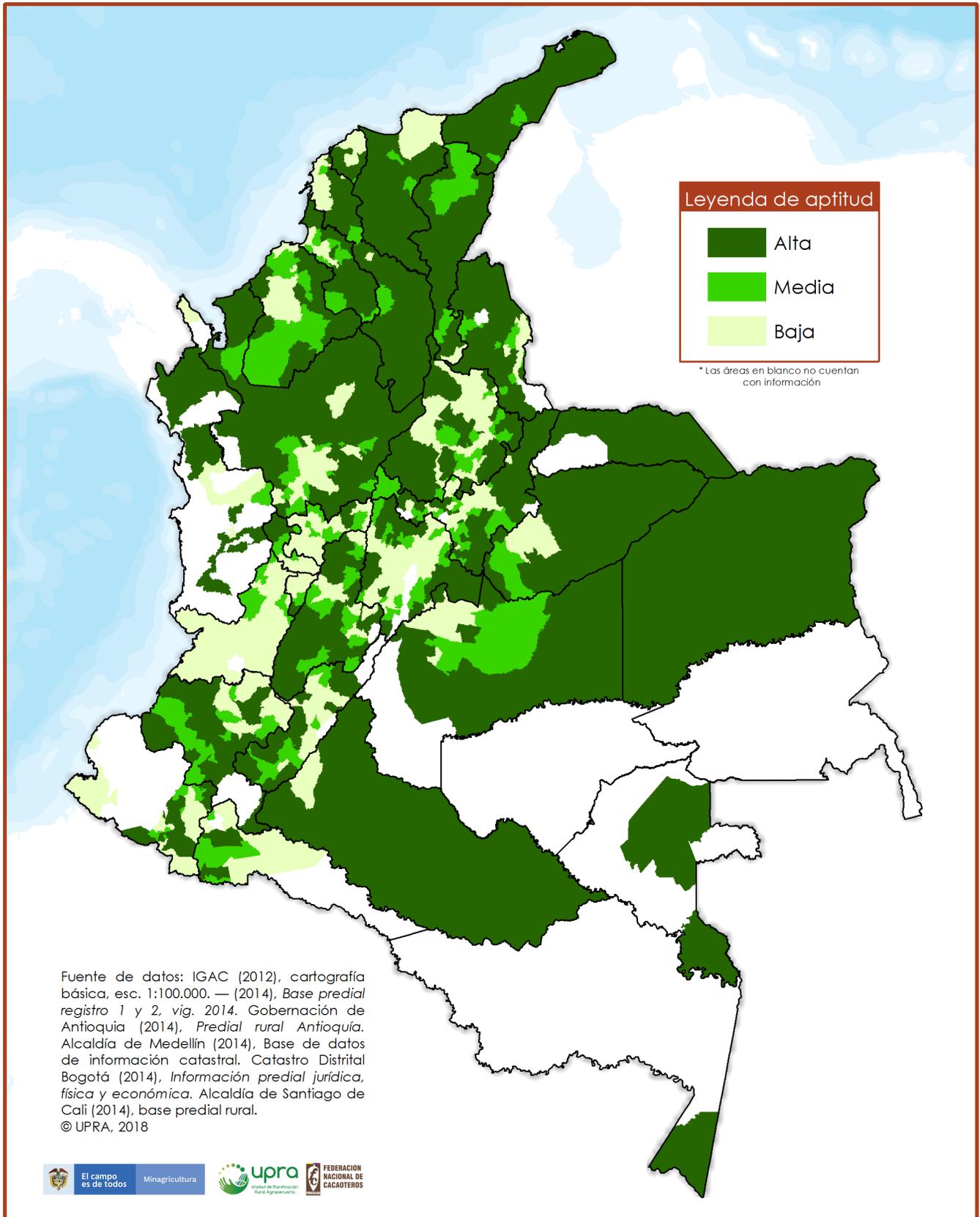
5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron bajo la premisa de que los precios comerciales por hectárea para la categoría A1 son inferiores a \$ 3.500.000, para la categoría A2 están entre \$ 3.500.000 y \$ 7.500.000, y para la categoría A3 son mayores a \$ 7.500.000.

Para efectos de la zonificación, los rangos adoptados para la definición de las categorías de aptitud basados en el avalúo catastral se asimilan al 50 % de los valores comerciales antes mencionados.

Unidad de análisis	Municipio.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. • -. (2011). Resolución 70 de 2011, Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral. • -. (2014). Predios con destino agropecuario base predial R1 y R2. 	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

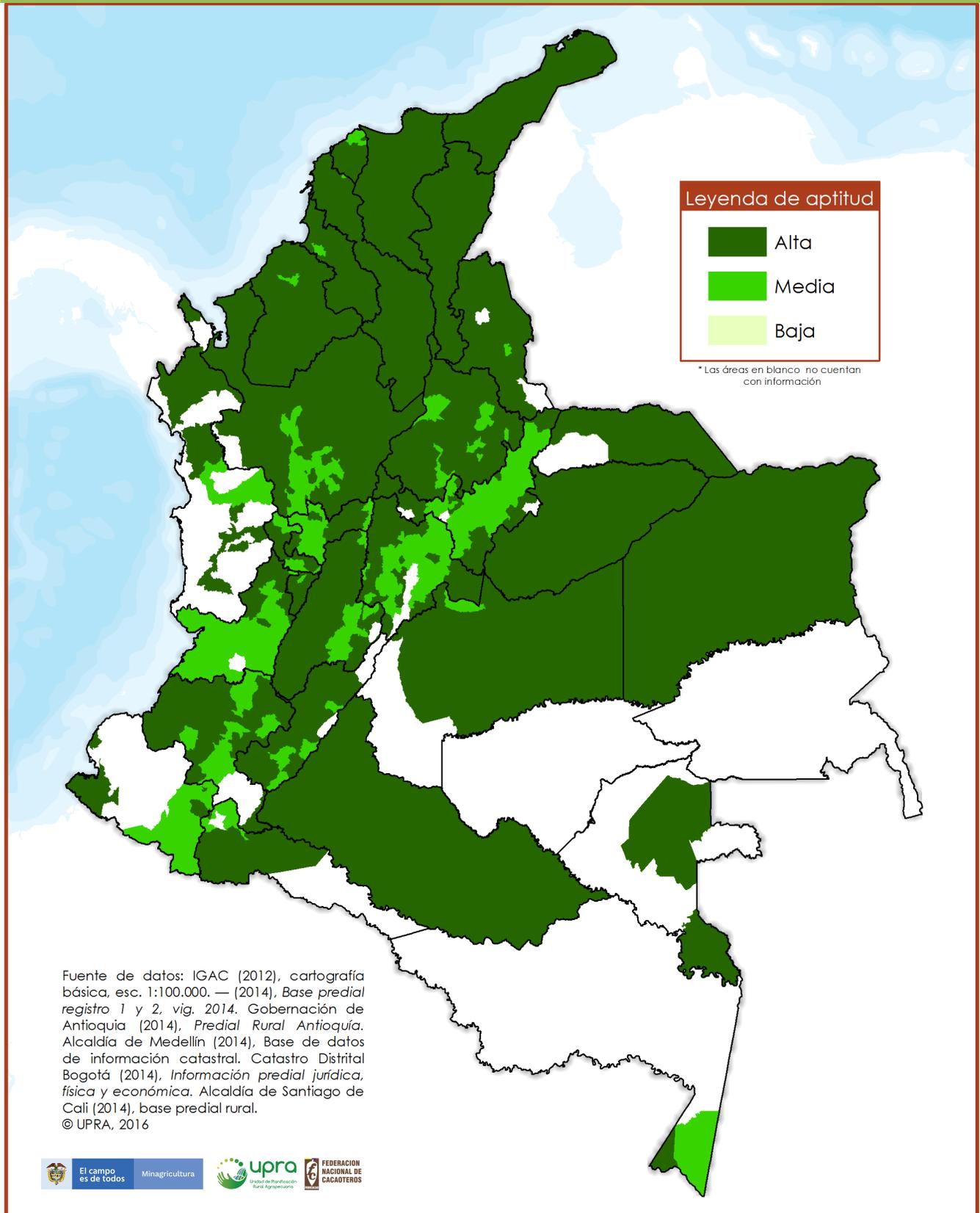


VARIABLE PRECIO DE LA TIERRA RURAL MUNICIPAL
CRITERIO PRECIO DE LA TIERRA RURAL

3.3. CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO				
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)			CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO				
CRITERIO: TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL				
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica			
	Análisis jerárquico		√	
	Exclusión legal			
	Condicionante			
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO				
Tamaño tipo de los predios rurales, cuya unidad de medida es el tamaño predominante en hectáreas (ha).				
DEFINICIÓN				
Superficie de terreno que se expresa en rangos de tamaños definidos de acuerdo con el comportamiento medio del cultivo y las dimensiones consideradas óptimas para una productividad competitiva.				
Para efectos de la zonificación, cada municipio del país se ubica dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por lo tanto, en una aptitud determinada, asignada a partir de la relación existente entre el número de predios por rango de tamaño y la proporción del área que estos ocupan respecto al área total de los predios objeto del análisis.				
IMPORTANCIA DEL CRITERIO				
Incide en los costos de producción, los cuales impactan la competitividad del cultivo. Los costos de producción están asociados a la economía de escalas: tamaños mayores de predios favorecen las economías de escala; en consecuencia, municipios en donde el tamaño tipo de los predios rurales es mayor, se consideran más competitivos.				
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO				
La fuente de información para la medición de la variable, base predial del IGAC, vigencia 2014, 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.				
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 0,9 %				
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN				
Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud competitiva de los municipios son equivalentes a las categorías de la variable.				
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD				
Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Tamaño tipo de los predios rurales	Tamaño predominante en hectáreas	> 3 ha	< 3 ha	-
FUENTES DE INFORMACIÓN				
<ul style="list-style-type: none"> IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. -. (2014). Predios con destinación agropecuaria base predial R1 y R2. 				

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL

3.3.1. Variable tamaño tipo de los predios rurales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE								
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO							
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO								
CRITERIO ASOCIADO: TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL								
VARIABLE: TAMAÑO TIPO DE LOS PREDIOS RURALES	UNIDAD DE MEDIDA: Tamaño predominante en hectáreas (ha)							
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica							
	Análisis jerárquico	√						
	Exclusión legal							
	Condicionante							
DEFINICIÓN								
Área de terreno predial que predomina en un municipio. Se expresa con base en el número y el área ocupada por los predios en el municipio.								
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: tamaños mayores de predios favorecen las economías de escala; en consecuencia, municipios en donde el tamaño tipo de los predios rurales es mayor, se consideran más competitivos.								
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO								
Los rangos adoptados para la espacialización de los valores de la variable se clasificaron de acuerdo con el grado de aptitud competitiva: A1 (alta) y A2 (media).								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tamaño predominante en hectáreas</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 3 ha</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>< 3 ha</td> <td>A2</td> </tr> </tbody> </table>			Tamaño predominante en hectáreas	Aptitud	> 3 ha	A1	< 3 ha	A2
Tamaño predominante en hectáreas	Aptitud							
> 3 ha	A1							
< 3 ha	A2							
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE								
La fuente de información para la medición de la variable, base predial del IGAC, vigencia 2014, no cuenta con datos para 84 municipios. Las áreas registradas en el catastro, en la mayoría de los casos, corresponden a las indicadas en los títulos de dominio, bajo la figura de «cuerpo cierto» y no a la superficie real sobre la cual se ejerce dominio o posesión.								

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC (2010). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- IGAC (2014). Base predial registros 1 y 2, vigencia 2014.

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 prediada de 2014 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 con base en el análisis de las medidas de tendencia central de las áreas sembradas con cacao por productor. Adicionalmente, se consideraron los tamaños de unidades productivas consultados con el gremio cacaotero.

4. Clasificación de los municipios por categoría de aptitud competitiva

El tamaño tipo de cada municipio se definió a partir de la identificación del rango de tamaño con mayor proporción de predios y mayor área ocupada por estos, los cuales se valoraron y agruparon así:

Subvariable	Valoración de la subvariable		
	A1 (3 puntos)	A2 (2 puntos)	A3 (1 punto)
Número de predios por rango	Municipios donde la mayor proporción de predios está en el rango de tamaño > 3 ha	Municipios donde la mayor proporción de predios está en el rango ≤ 3 ha	-
Área ocupada por los predios del rango	Municipios donde la mayor proporción de área está en el rango de tamaño > 3 ha	Municipios donde la mayor proporción de área está en el rango ≤ 3 ha	-

A partir de la suma de las subvariables se definió el tamaño predominante de los predios del municipio de la siguiente manera:

Variable	Categorías de aptitud competitiva con base en el tamaño predominante definido por la suma de las subvariables		
	A1 (> 3 ha)	A2 (≤ 3 ha)	A3
Tamaño tipo de los predios rurales	Municipios donde la suma de subvariables es igual a 6	Municipios donde la suma de subvariables es 4 o 5	-

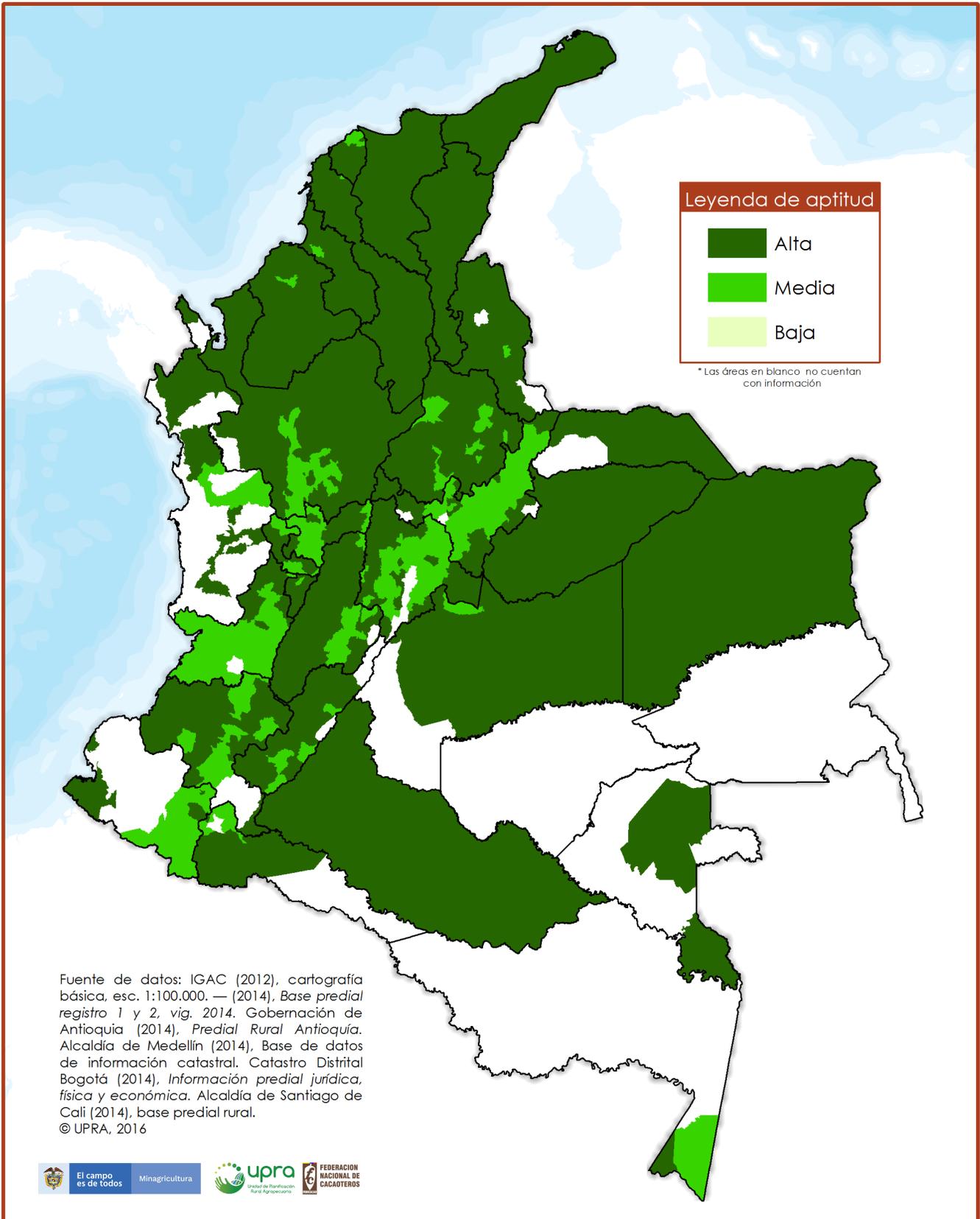
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- -. (2014). Predios con destinación agropecuaria base predial R1 y R2.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE TAMAÑO TIPO DE LOS PREDIOS RURALES
CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL

3.4. CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Accesibilidad a centros de servicios, expresada como el tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de servicios más cercano.</p> <p>Cercanía a puertos marítimos, expresada como el tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano.</p> <p>Cercanía a puertos fluviales, expresada como el tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano.</p> <p>Existencia de cultivos, expresada como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el promedio de hectáreas sembradas con cacao por municipio 2009-2014.</p> <p>Interconexión eléctrica, expresada como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE).</p> <p>Presencia de entidades bancarias, expresada como el número de estas en el municipio.</p> <p>Distritos de adecuación de tierras, expresado como la presencia y escala de estos en el municipio.</p>		
DEFINICIÓN		
Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Indica a los agentes económicos las condiciones de movilidad, acceso a centros de servicios, potencial de operaciones de comercio exterior, disponibilidad de energía eléctrica, facilidad para realizar transacciones financieras, existencia de plantaciones de cacao, que pueden limitar o promover la competitividad de la cadena en la interacción con los mercados tanto nacionales como internacionales.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre la infraestructura y la logística, y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayores facilidades para la movilidad del aparato productivo ofrecen mejores condiciones para que la cadena productiva del cacao se desarrolle en forma eficiente.</p>		

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 2014, estimada a partir del censo del año 2005.

En cuanto a la variable presencia de entidades bancarias, no se incorporaron compañías de financiamiento, cooperativas y demás entidades financieras distintas a los bancos que ayudan también a agilizar los movimientos financieros y que ofrecen servicios de crédito, dado que no en todos los municipios del país hay presencia de dichas organizaciones.

Para la variable existencia de plantaciones, la fuente de información usada contiene municipios sin registro de área sembrada. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud competitiva baja (A3), dado que pueden ser zonas potencialmente aptas para el desarrollo del cultivo. La información fuente no obedece a un censo de plantaciones de cacao sembradas por municipio.

Para la variable de interconexión eléctrica, la estimación del número de viviendas se realizó a partir del índice de habitantes por vivienda, con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2013, estimada a partir del censo del año 2005.

En cuanto a la variable distritos de adecuación de tierras, la serie de datos analizada presenta información actualizada al año 2007, por lo cual existe la posibilidad de presentar diferencias respecto a la actualidad en cuanto a la existencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en los municipios.

La clasificación por escala (grande, mediana y pequeña) obedece a categorización propia de la fuente en función al área del distrito de riego. No obstante, la base de datos no incluye la información completa de áreas regadas o beneficiadas para todos los distritos de adecuación de tierras registrados.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 5,1 %

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen. Las variables califican los municipios según categorías de aptitud competitiva (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Mediante un árbol de decisión, se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio, así:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Municipios con sumatoria de aptitud ≥ 16	Municipios con sumatoria de aptitud entre 15 y 10	Municipios con sumatoria de aptitud ≤ 9

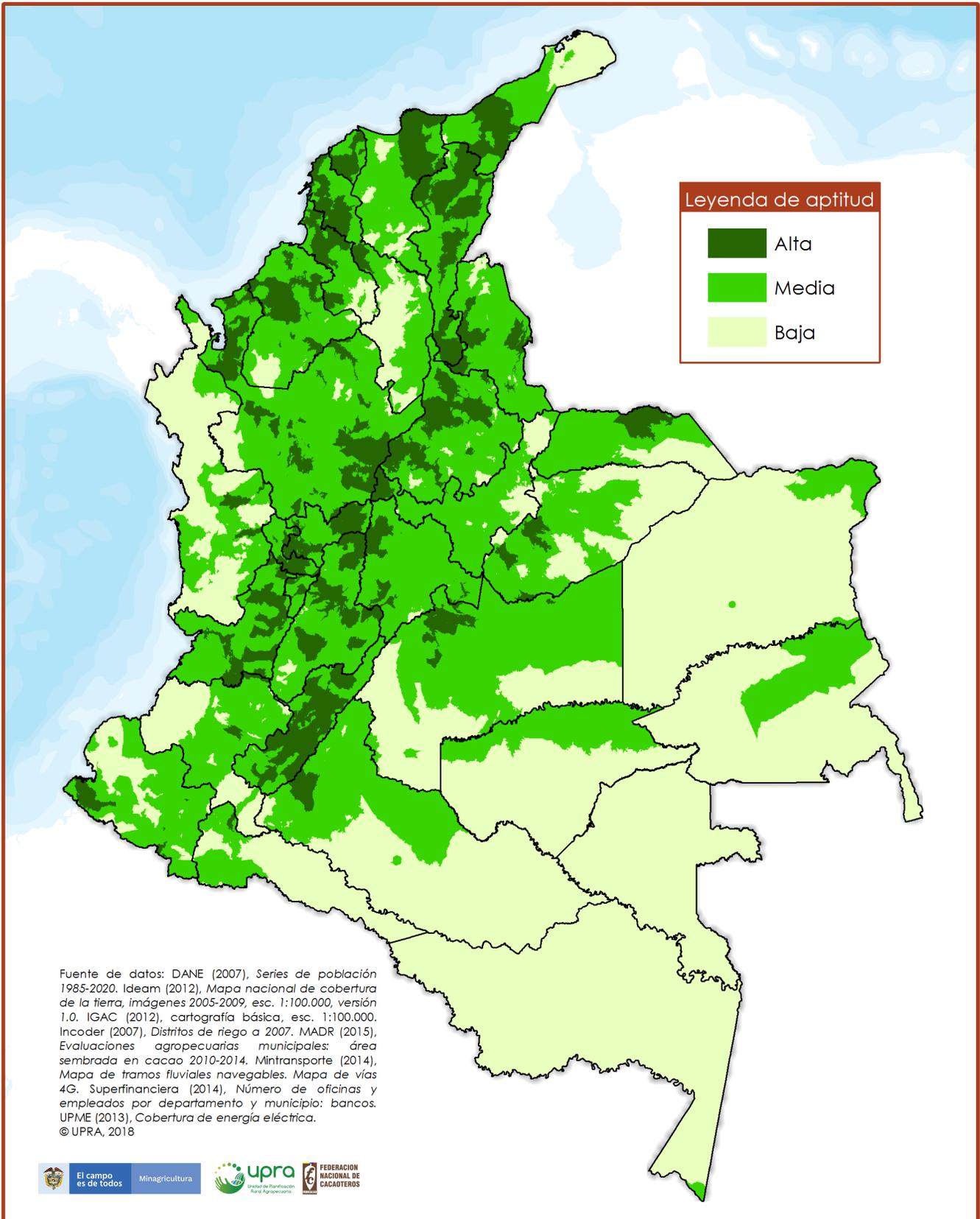
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Rango		
		A1	A2	A3
Accesibilidad a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de servicios más cercano	≤ 3 horas	> 3 horas y ≤ 6 horas	> 6 horas
Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano	≤ 4 horas	> 4 horas y ≤ 8 horas	> 8 horas
Cercanía a puertos fluviales	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano	≤ 3 horas	> 3 horas y ≤ 6 horas	> 6 horas
Existencia de cultivos	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,005721	IC 0,000036-0,005697	Municipios sin área sembrada
	Promedio de hectáreas sembradas con cacao en los municipios, entre 2009 y 2014	≥ 80 ha	Entre 0,5 ha y 79 ha	2009-2014
Interconexión eléctrica	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,900	IC ≥ 0,800 y < 0,900	IC < 0,800
	Índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE)	≥ 90 %	≥ 80 % y < 90 %	< 80 %
Presencia de entidades bancarias	Número de entidades bancarias en el municipio	Más de 3	Entre 1 y 3	Municipios sin entidad bancaria
Distritos de adecuación de tierras	Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio	Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana	Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala pequeña	Sin registro de presencia de distritos de adecuación de tierras

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2005). *Series de población 1985-2020*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2007). *Distritos de riego a 2007*. Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial.
- Minagricultura (2015). *Área promedio anual 2009-2014 establecida en cacao*. Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva. Evaluaciones agropecuarias municipales (EVA).
- Mintransporte. (2014). *Tramos de red vial nacional y departamental*.
- -. (2014). *Información portuaria*.
- Superintendencia Financiera de Colombia, (2014). *Número de oficinas y empleados por departamento y municipios: bancos*.
- UPME. (2015). *Cobertura de energía eléctrica 2013*.
- -. (2015). *Metodología para la estimación del índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE), 2012*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.4.1. Variable accesibilidad a centros de servicios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: ACCESIBILIDAD A CENTROS DE SERVICIOS	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de servicios más cercano.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (centro de servicios) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.</p> <p>Para efectos de la zonificación, la variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los centros de servicios.</p> <p>Centros de servicios: áreas donde normalmente existe oferta de bienes y servicios para abastecer las necesidades del cultivo. Para la zonificación, comprenden los municipios que cuentan con población superior a 30.000 habitantes.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la competitividad para el desarrollo de un cultivo al facilitar la movilidad del aparato productivo.</p> <p>La accesibilidad, en términos de transporte, viene determinada como una consecuencia de la oferta y el estado de las redes de transporte vial y fluvial. Cuando la red de transporte considerada es suficiente y está en buen estado, los tiempos de recorrido hasta los centros de servicios serán menores; por lo tanto, los municipios serán más competitivos en comparación con aquellos que disponen de una red en mal estado, escasa o inexistente.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los centros de servicios: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
<p>Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de servicios más cercano</p>		Aptitud
≤ 3 horas		A1
> 3 horas y ≤ 6 horas		A2
> 6 horas		A3
<p>Atendiendo a los criterios definidos para establecer los centros de servicios, se identificaron 246. Los centros de servicios más importantes del país son Bogotá, Medellín y Cali. La región andina muestra mayor aptitud competitiva. Las regiones como la Orinoquia y la Amazonia tienen menor aptitud competitiva.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2014 estimada a partir del censo de población del año 2005.</p>		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DANE (2014). *Vigencia 2015, series de población, 1985-2020*.
- IGAC (2012). Cartografía básica.
- Mintransporte (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.

2. Precisiones de la información

La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y 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

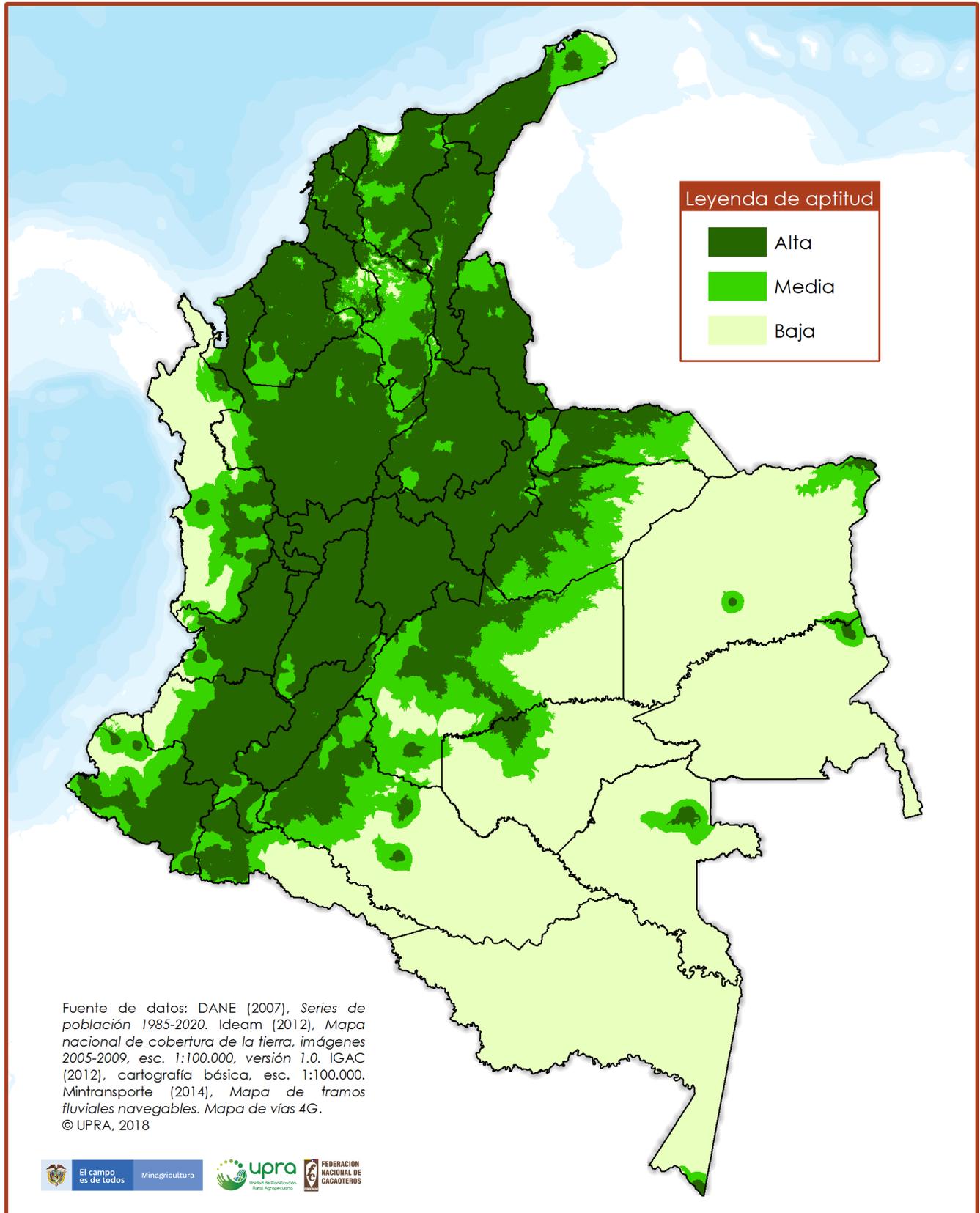
Aunque se definió para la zonificación que los centros de servicios están ubicados en los municipios con población mayor a 30.000 habitantes, se incluyeron excepcionalmente los municipios de Puerto Carreño (Vichada) e Inírida (Guainía), con proyecciones de población para el 2014 menores a 30.000 habitantes. Aunque los dos municipios mencionados no cumplen con el requisito establecido para ser clasificados como centros de servicios, se catalogan como tal porque allí se localizan los principales centros de servicios de los departamentos de Vichada y Guainía.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los centros de servicios. Centros de servicios a menos de tres horas implica que se requiere de menos de medio día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen. Centros de servicios a más de tres y menos de seis horas implica que se requiere de hasta un día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen. Centros de servicios a más de seis horas implica que se requiere de más de un día para acceder a los servicios y regresar al lugar de origen.

Unidad de análisis	Isócrona.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • DANE. (2014). Vigencia 2015. Series de población, 1985-2020. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. • Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental. 	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ACCESIBILIDAD A CENTROS DE SERVICIOS
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.4.2. Variable cercanía a puertos marítimos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
VARIABLE: CERCANÍA A PUERTOS MARÍTIMOS	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto marítimo) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo hasta los puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional.</p> <p>Para efectos de la zonificación, la variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos marítimos.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>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. Sintetiza las oportunidades de interacción de los municipios con los puertos marítimos. Municipios más cercanos a los puertos marítimos tendrán mayor aptitud competitiva para interactuar en modelos de mercado internacional.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los puertos marítimos: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
<p>Tiempo de desplazamiento en horas (TD), calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano</p>		Aptitud
≤ 4 horas		A1
> 4 horas y ≤ 8 horas		A2
> 8 horas		A3
<p>La región Caribe muestra la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los puertos marítimos ubicados en Bolívar, Atlántico, Magdalena y La Guajira. Regiones como la Orinoquia y la Amazonia tienen la menor aptitud competitiva por su lejanía a los puertos marítimos.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>No se conocen limitantes para la evaluación de esta variable.</p>		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*
- Mintransporte (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.
- Mintransporte (2014). Información portuaria.

2. Precisiones de la información

La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y 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

La localización de los puertos marítimos son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información de la localización de dichos puertos corresponde a 2014.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los puertos marítimos. Puertos marítimos a menos de cuatro horas implica que se disponga de hasta medio día para el desplazamiento hasta acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Para aquellos ubicados a más de cuatro y menos de ocho horas, se debe disponer de hasta un día para el desplazamiento hasta acceder a los servicios portuarios de comercio internacional. Puertos marítimos a más de ocho horas implica la necesidad de disponer de más de un día para desplazamiento para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional.

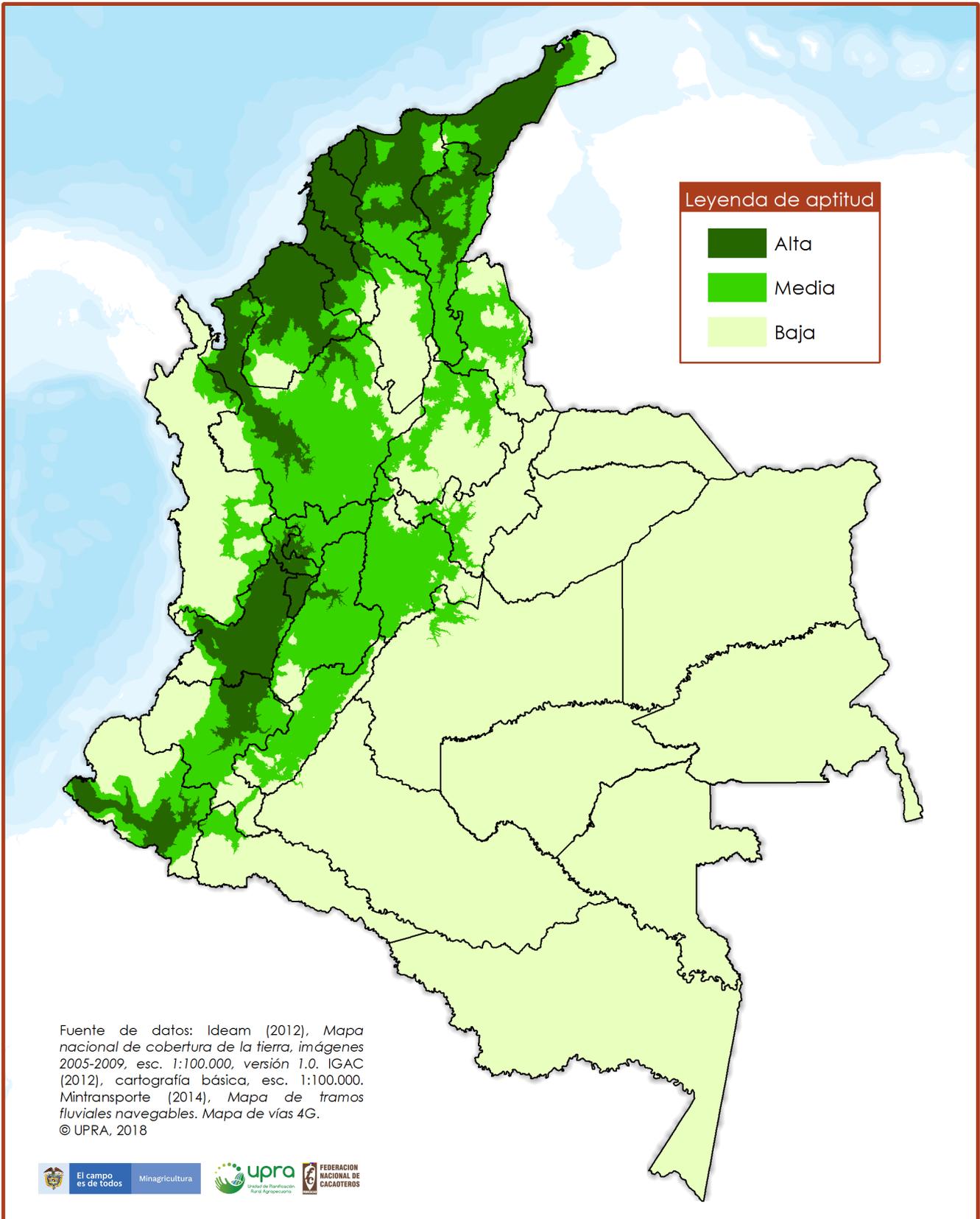
Unidad de análisis

Isócrona.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*
- Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.
- -. (2014). Información portuaria.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CERCANÍA A PUERTOS MARÍTIMOS
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA



El campo es de todos

Minagricultura



3.4.3. Variable cercanía a puertos fluviales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA									
VARIABLE: CERCANÍA A PUERTOS FLUVIALES	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano.								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
<p>Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (puerto fluvial) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento del aparato productivo.</p> <p>Para efectos de la zonificación, la variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos fluviales.</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Incide en la competitividad para el desarrollo de un cultivo frente a las alternativas de movilidad y acceso tanto para el aprovisionamiento de bienes y servicios como para la comercialización. Un municipio que cuente con puertos fluviales es más competitivo, dado que ofrece al productor una opción de transporte adicional a la terrestre que puede incidir positivamente en los costos de transporte de carga.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los puertos fluviales: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 3 horas</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>> 3 horas y ≤ 6 horas</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>> 6 horas</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano	Aptitud	≤ 3 horas	A1	> 3 horas y ≤ 6 horas	A2	> 6 horas	A3
Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano	Aptitud								
≤ 3 horas	A1								
> 3 horas y ≤ 6 horas	A2								
> 6 horas	A3								
<p>Las regiones Andina y Caribe muestran la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los tramos navegables del río Magdalena.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
<p>No se identificaron limitantes para la evaluación de esta variable.</p>									

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte (2014). Tramos red vial nacional y departamental.
- Mintransporte (2014). Información portuaria.

2. Precisiones de la información

La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y sus pendientes, dada su influencia en la velocidad del transporte.

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

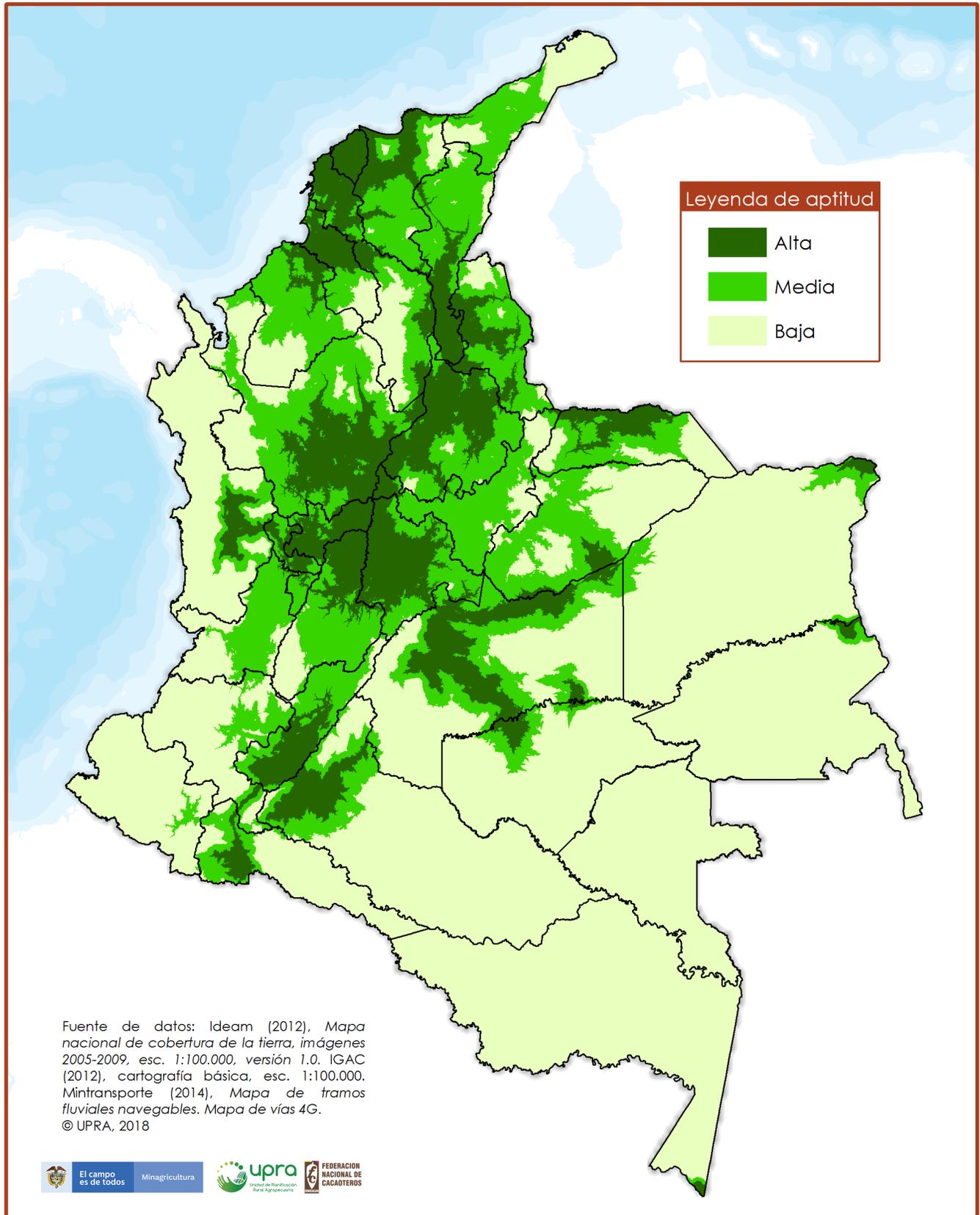
La localización de los puertos fluviales son los puntos de referencia a partir de los cuales se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado. La información sobre la localización de los puertos corresponde a 2014.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los puertos fluviales. Puertos fluviales a menos de tres horas implica que se requiere de menos de medio día para desplazarse a ellos como medio de entrada para emplear la red fluvial. Puertos fluviales entre tres y seis horas implica que se requiere de hasta un día para desplazarse a ellos y emplear la red fluvial de transporte. Centros de servicios a más de seis horas implica que se requiere de más de un día para desplazarse a ellos y emplear la red fluvial de transporte.

Unidad de análisis	Isócrona.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. • Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental. • -. (2014). Información portuaria. 	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CERCANÍA A PUERTOS FLUVIALES
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.4.4. Variable existencia de cultivos

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA									
VARIABLE: EXISTENCIA DE CULTIVOS	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el promedio anual 2009-2014 de hectáreas sembradas en cacao en el municipio.								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Área sembrada con cacao por municipio.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la presencia de núcleos cacaoteros en donde existe infraestructura productiva y logística especializada para la cadena de cacao.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre la existencia de plantaciones y la aptitud competitiva del municipio: aquellos donde se registra mayor área sembrada de cacao se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad cacaotera. Municipios con cultivos de cacao se asocian a una mayor oferta de mano de obra calificada para el desarrollo de labores culturales del cultivo y una mejor oferta de servicios relacionados a la cadena de producción.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de competitividad (IC) Promedio de hectáreas sembrada en cacao en los municipios (2009-2014)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IC > 0,005721 ≥ 80 ha</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>IC de 0,000036 a 0,005697 Entre 0,5 ha y 79 ha</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Municipios sin área sembrada entre 2009-2014</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Índice de competitividad (IC) Promedio de hectáreas sembrada en cacao en los municipios (2009-2014)	Aptitud	IC > 0,005721 ≥ 80 ha	A1	IC de 0,000036 a 0,005697 Entre 0,5 ha y 79 ha	A2	Municipios sin área sembrada entre 2009-2014	A3
Índice de competitividad (IC) Promedio de hectáreas sembrada en cacao en los municipios (2009-2014)	Aptitud								
IC > 0,005721 ≥ 80 ha	A1								
IC de 0,000036 a 0,005697 Entre 0,5 ha y 79 ha	A2								
Municipios sin área sembrada entre 2009-2014	A3								
<p>En consideración a los estadígrafos de la variable, la suma del promedio de área sembrada de cacao de todos los municipios para el periodo 2009-2014 es de 186.981,4 ha. La mayor área se registró en el municipio de San Andrés de Tumaco (Nariño), con 13.984 ha cultivadas, y la menor área se sembró en Pijao (Quindío), con 0,5 ha. Los estadígrafos señalan que la media es 79,6 ha sembradas en cacao.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
<p>En la fuente de información usada se encontraron municipios sin registro de área sembrada. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y en consecuencia se clasificaron en el rango de aptitud competitiva baja (A3), dado que pueden ser zonas potencialmente aptas para el desarrollo del cultivo.</p> <p>La información fuente no obedece a un censo de plantaciones de cacao sembradas por municipio.</p>									

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Minagricultura (2015). Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva, evaluaciones agropecuarias municipales (EVA). Área promedio anual 2009-2014 establecida en cacao.

2. Precisiones de la información

Sin precisiones.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Para efectos de los análisis de la variable, se tomaron los valores promedio anual 2009-2014 de área sembrada en cacao.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión del área sembrada. Se consultaron el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos se elaboró el histograma de distribución y se calcularon los estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

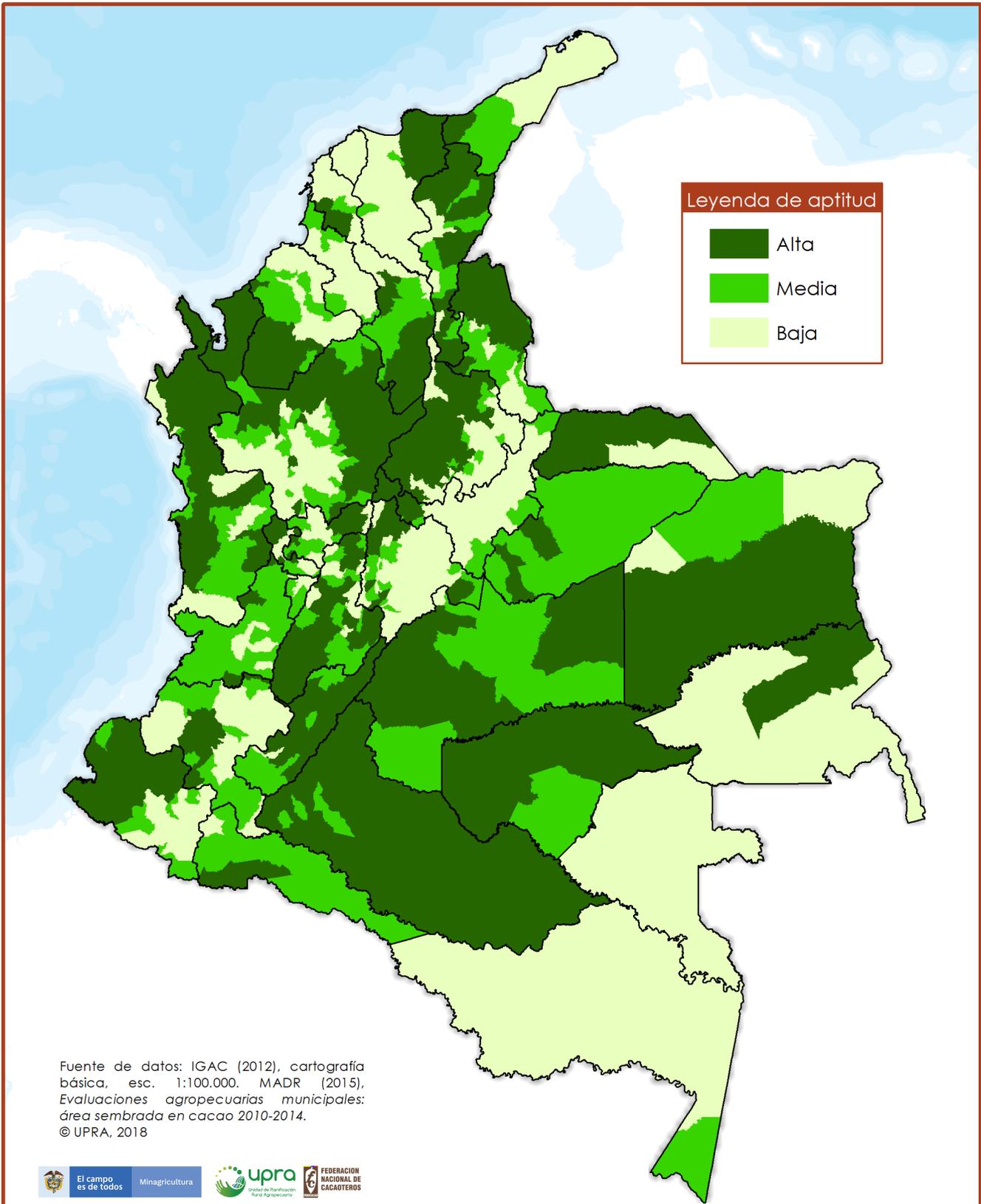
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Minagricultura (2015). Área promedio anual 2009-2014 establecida en cacao. Oficina Asesora de Planeación y Prospectiva. Evaluaciones agropecuarias municipales (EVA).

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE EXISTENCIA DE CULTIVOS
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.4.5. Variable interconexión eléctrica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO										
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA										
VARIABLE: INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE).									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico	√								
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
<p>Sistema compuesto por los siguientes elementos conectados entre sí: plantas y equipos de generación, red de interconexión, redes regionales e interregionales de transmisión, redes de distribución y las cargas eléctricas de los usuarios. (Artículo 11, Ley 143 de 1994).</p> <p>La UPME (2012) precisa las siguientes definiciones:</p> <p>ICEE: relación entre los usuarios de energía eléctrica y las viviendas.</p> <p>Usuario del servicio de energía eléctrica: persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta o como receptor directo del servicio.</p>										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos respecto a las condiciones del municipio para acceder y utilizar (en los procesos operativos y los asociados a la administración del cultivo) maquinaria, equipos y tecnologías de información y comunicación que requieren energía eléctrica. La posibilidad de uso de la energía eléctrica contribuye a una mayor productividad y competitividad.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre el nivel de interconexión eléctrica y la aptitud competitiva del municipio.</p> <p>Municipios donde se registra un alto nivel de interconexión eléctrica están asociados a mayor desarrollo comercial e industrial, lo cual constituye una ventaja competitiva, ya que el productor puede aprovechar de manera más eficiente la infraestructura para desplegar una logística más apropiada en el desarrollo de todas las actividades de la cadena productiva cacaofera.</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO										
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de competitividad (IC Índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE)</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IC ≥ 0,900 ≥ 90 %</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>IC ≥ 0,800 y < 0,900 ≥ 80 % y < 90 %</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>IC < 0,800 < 80 %</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>			Índice de competitividad (IC Índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE)	Aptitud	IC ≥ 0,900 ≥ 90 %	A1	IC ≥ 0,800 y < 0,900 ≥ 80 % y < 90 %	A2	IC < 0,800 < 80 %	A3
Índice de competitividad (IC Índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE)	Aptitud									
IC ≥ 0,900 ≥ 90 %	A1									
IC ≥ 0,800 y < 0,900 ≥ 80 % y < 90 %	A2									
IC < 0,800 < 80 %	A3									
<p>En consideración a los estadígrafos de la variable se estableció que el promedio de ICEE para los 1122 municipios en 2013 era del 90,7 %, con una mediana de 96,8 %. La región andina registra los mayores ICEE, mientras que regiones como la Amazonia y la Orinoquia presentan la menor cobertura del servicio de energía eléctrica.</p>										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
<p>La estimación del número de viviendas se realiza a partir del índice de habitantes por vivienda, con base en la proyección de la población realizada por el DANE para el año 2013, estimada a partir del censo del año 2005.</p>										

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- UPME (2015). Cobertura de energía eléctrica 2013.

2. Precisiones de la información

La UPME identifica tres ICEE para cada municipio: ICEE para cabecera municipal, ICEE resto e ICEE total. Se tomó como referencia para el cálculo del índice de competitividad el ICEE total.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se excluyeron cinco registros de la base de datos de la información fuente que no correspondían a la clasificación de municipios del DANE. Estos son: Belén de Bajirá (Chocó); Acaricua y Villa Fátima (Vaupés); Santa Rita y San José de Ocune (Vichada).

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión del ICEE. Para analizar los datos se elaboró el histograma de distribución y se calcularon los estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

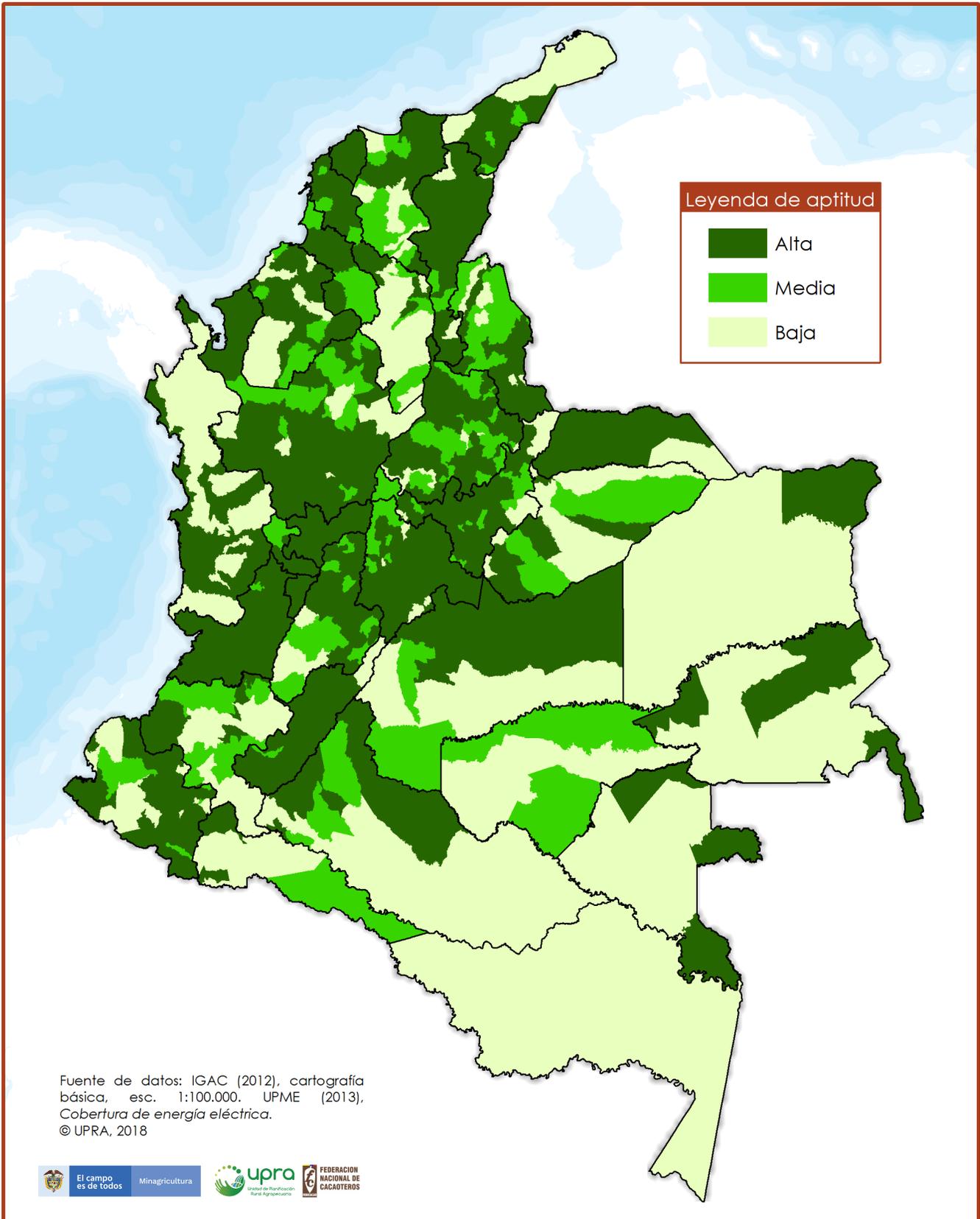
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- UPME (2015). Cobertura de energía eléctrica 2013.
- -. (2012). *Metodología para la estimación del índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE)*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.4.6. Variable presencia de entidades bancarias

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO										
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA										
VARIABLE: PRESENCIA DE ENTIDADES BANCARIAS	UNIDAD DE MEDIDA: Número de entidades bancarias en el municipio.									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico	√								
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
<p>Existencia de establecimientos bancarios cuya función principal es la captación de recursos en cuenta corriente bancaria, así como también la captación de otros depósitos a la vista o a término, con objeto primordial de realizar operaciones activas de crédito (art. 2.2. del Decreto 663 de 1993).</p>										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos respecto a las condiciones del municipio para acceder y utilizar diferentes canales para realizar movimientos financieros que son indispensables en los procesos productivos del cultivo de cacao.</p> <p>La probabilidad de contar con los servicios que ofrecen las entidades bancarias incide en la reducción de costos de transacción, en el incremento de la seguridad en las transacciones y facilita el acceso a recursos financieros propios o al crédito.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre el número de entidades bancarias y la aptitud competitiva del municipio.</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN										
<p>Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número de entidades bancarias en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>> 3</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>> 1 - < 3</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Sin entidad bancaria</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>			Número de entidades bancarias en el municipio	Aptitud	> 3	A1	> 1 - < 3	A2	Sin entidad bancaria	A3
Número de entidades bancarias en el municipio	Aptitud									
> 3	A1									
> 1 - < 3	A2									
Sin entidad bancaria	A3									
<p>El número de entidades bancarias más alto está localizado en Bogotá, con 21 entidades, y en Cali y Barranquilla, con 20 entidades, respectivamente. En 921 municipios del país existen más de tres entidades bancarias, de los cuales 632 municipios tienen entre 1 y 2 entidades, y 289 municipios no poseen ninguna entidad bancaria.</p>										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
<p>No se incorporan compañías de financiamiento, cooperativas y demás entidades financieras distintas a los bancos que ayudan también a agilizar los movimientos financieros y que ofrecen servicios de crédito, dado que no en todos los municipios del país hay presencia de dichas organizaciones.</p>										

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Superintendencia Financiera de Colombia (2014). Número de oficinas y empleados por departamento y municipios: bancos.

2. Precisiones de la información

Para la espacialización se tomó como referente el número de entidades bancarias existentes en el municipio. Los municipios que no tienen entidades bancarias se ubicaron en la categoría de aptitud A3.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer las categorías de aptitud se definieron así: municipios donde tienen presencia de más de tres entidades bancarias se consideran con aptitud alta (A1) ya que muestran una mayor capacidad para acceder a los recursos financieros requeridos por el sector para el cultivo. Municipios donde hay entre una y tres entidades bancarias tienen una aptitud (A2) donde se localiza la media de la variable, mientras que existen 289 municipios en el país sin entidades bancarias con una aptitud baja (A3).

Unidad de análisis

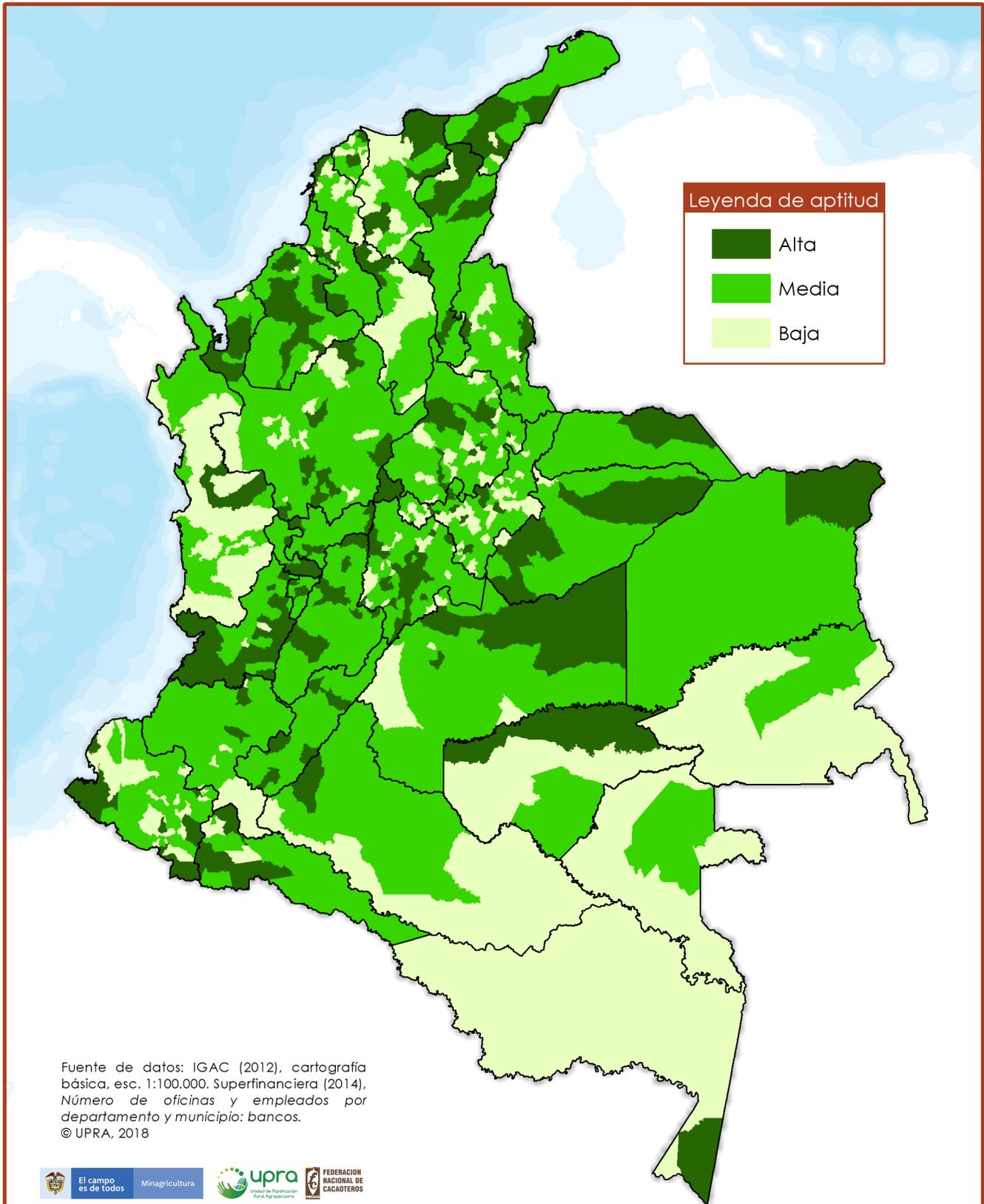
Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Decreto 663 de 1993, Estatuto Orgánico del Sistema Financiero. Parte I: Descripción básica de las entidades sometidas a vigilancia de la Superintendencia Bancaria.
- Superintendencia Financiera de Colombia (2014). Número de oficinas y empleados por departamento y municipios: bancos.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE PRESENCIA DE ENTIDADES BANCARIAS
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.4.7. Variable distritos de adecuación de tierras

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO										
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA										
VARIABLE: DISTRITOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS	UNIDAD DE MEDIDA: Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio.									
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 para el desarrollo de actividades agropecuarias.										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
<p>Incide en la toma de decisiones de los agentes económicos con respecto a la posibilidad de disponer de infraestructura que mejore las condiciones del uso eficiente del recurso suelo y agua.</p> <p>Condiciones mejoradas de suelos, abastecimiento y drenaje de agua impactan directamente en los costos de producción y la productividad del cultivo. Existe una relación directamente proporcional entre la disponibilidad de distritos de adecuación de tierras y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con distritos de riego ofrecen alternativas para mitigar riesgos físicos y climáticos para el cultivo.</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO										
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la presencia y el tamaño de los distritos de adecuación de tierras: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala pequeña</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Sin registro de presencia de distritos de adecuación de tierras</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>			Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio	Aptitud	Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana	A1	Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala pequeña	A2	Sin registro de presencia de distritos de adecuación de tierras	A3
Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio	Aptitud									
Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana	A1									
Con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala pequeña	A2									
Sin registro de presencia de distritos de adecuación de tierras	A3									
De acuerdo con los registros sobre distritos de adecuación de tierras para el 2007, se encuentran 512 (14 de escala grande, 9 de escala mediana y 489 de escala pequeña) distribuidos en 267 municipios de Colombia. De los 19 municipios clasificados como A1, 4 de ellos se encuentran en el departamento del Tolima, 3 en Atlántico, 2 en Huila, 2 en Boyacá, 2 en Magdalena y 2 más en Norte de Santander, entre los más representativos.										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
<p>La serie de datos analizada presenta información actualizada al año 2007, por lo que existe la posibilidad de presentar diferencias respecto a la actualidad, en cuanto a la existencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en los municipios.</p> <p>La clasificación por escala (grande, mediana y pequeña) obedece a categorización propia de la fuente en función al área del distrito de riego. No obstante, la base de datos no incluye la información completa de áreas regadas o beneficiadas para todos los distritos de adecuación de tierras registrados.</p>										

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC. (2007). Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial, distritos de riego a 2007.

2. Precisiones de la información

Existen municipios con presencia de más de un distrito de adecuación de tierras. Para definir la aptitud competitiva de los municipios que presentan esta condición, se tomó como referencia el distrito de adecuación de tierras de mayor escala en el municipio.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

La aptitud competitiva se definió agrupando la escala de los distritos de riego en el municipio de la siguiente forma: A1, municipios con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana; A2, municipios con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana; A3, municipios sin registros de presencia de distritos de adecuación de tierras.

Unidad de análisis

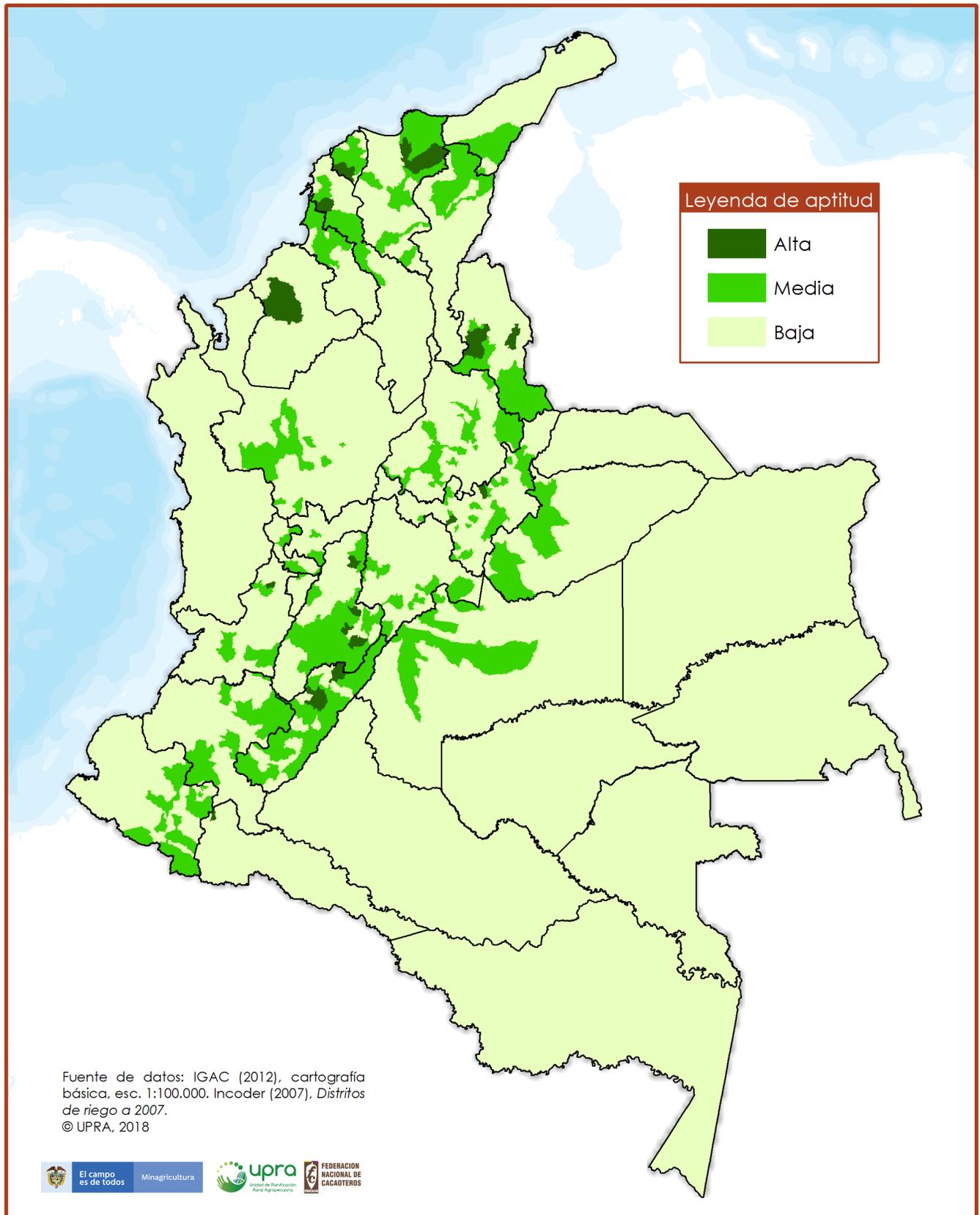
Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2007). Distritos de riego a 2007. Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE DISTRITOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS
CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

3.5. CRITERIO MERCADO LABORAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: MERCADO LABORAL		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Población en edad de trabajar (PET₂₀₋₆₄), expresada como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la población en mención.</p> <p>Años promedio de escolaridad, expresado como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio.</p> <p>Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales, expresada como el número de programas de formación académica en actividades del sector agrícola y forestal en el municipio.</p> <p>Cercanía a centros petroleros, expresada como el tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano.</p>		
DEFINICIÓN		
Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del sector cacaotero a nivel municipal.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Genera información sobre el potencial de la oferta laboral de un municipio en función de la disponibilidad de mano de obra, las habilidades para asimilación y transferencia de conocimientos, y las posibilidades de acceder a programas de formación académica para la capacitación de la fuerza laboral, elementos que hacen posible operar un sistema productivo y orientarlo a la productividad y la competitividad.</p> <p>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 un cultivo en el nivel municipal y sectorial.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>Los algoritmos utilizados para la estimación de los tiempos de desplazamiento, metodología de isócronas, no incluyen los costos ni la frecuencia de servicios de transporte, los cuales también inciden en la movilidad de la mano de obra a nivel municipal.</p> <p>No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral porque pueden estar dedicados a actividades escolares (estudiantes), al hogar, a vivir de las rentas o pertenecer a algún régimen prepensional por alguna discapacidad laboral, entre otras razones.</p> <p>Aun cuando es más preciso utilizar en la zonificación la población económicamente activa (PEA), que es la que realmente está vinculada al mercado laboral, la información levantada a partir de la «Gran encuesta integrada de hogares», está disponible únicamente para las 13 principales ciudades y sus áreas metropolitanas.</p> <p>La información disponible para determinar los años promedio de escolaridad corresponde al censo general 2005, lo que no permite conocer los logros y las capacidades recientes de la población.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 8,2 %		

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Las variables que comprende el criterio califican los municipios según categorías de aptitud competitiva (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Los resultados de esta suma ponderada se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja), como se presenta a continuación.

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Mercado laboral	Municipios con sumatoria de aptitud $\geq 2,4$	Municipios con sumatoria de aptitud entre 1,7 y 2,3	Municipios con sumatoria de aptitud $\leq 1,6$

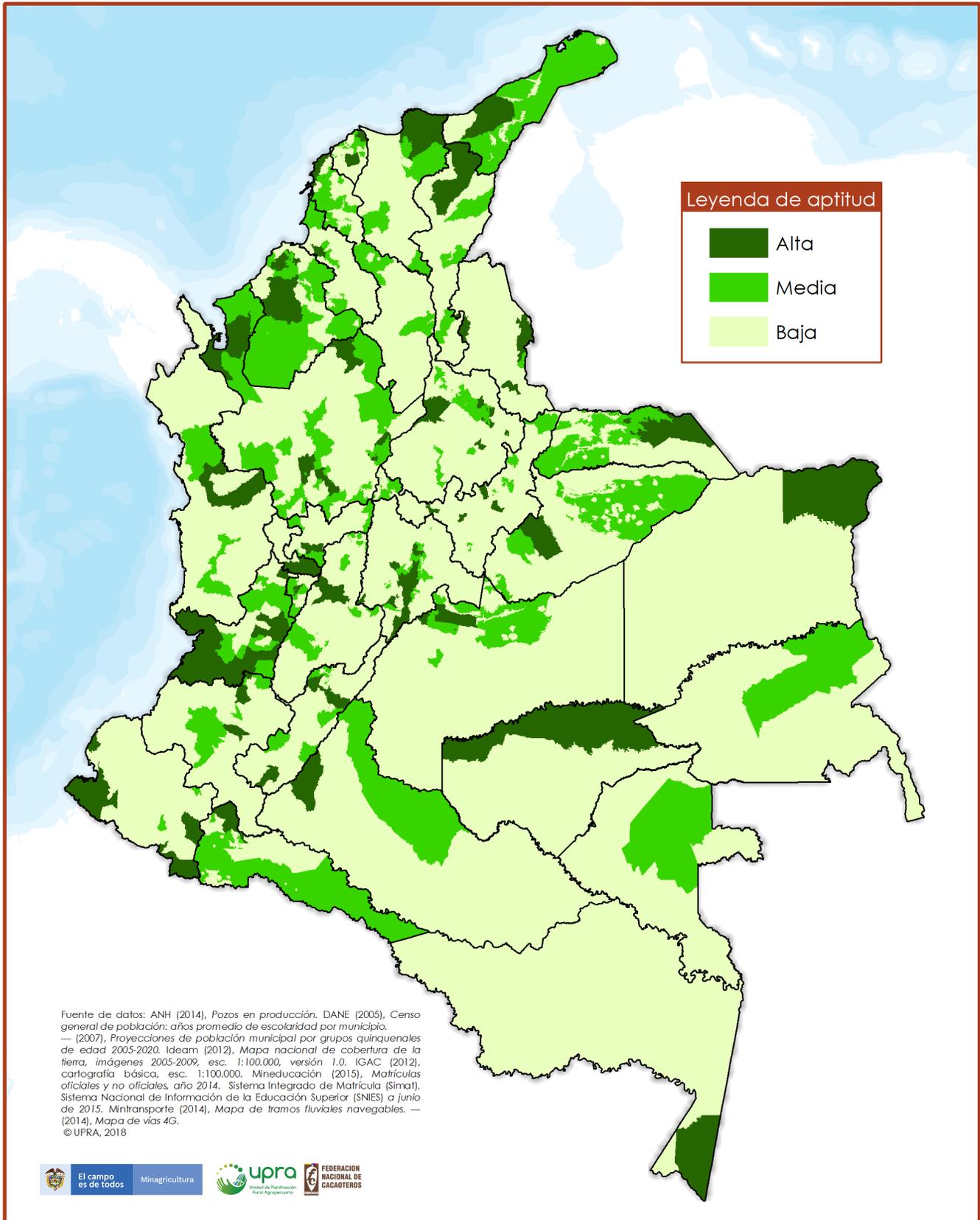
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Rango		
		A1	A2	A3
Población en edad de trabajar (PET ₂₀₋₆₄)	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,01015	IC > 0,00419 e IC \leq 0,01015	IC \leq 0,00419
	Población en edad de trabajar (PET ₂₀₋₆₄)	> 50.000 personas	\geq 20.000 y \leq 50.000 personas	< 20.000 personas
Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,6510	IC > 0,3835 e IC \leq 0,6510	IC \leq 0,3835
	Número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio	> 8 años	\geq 6 años y \leq 8 años	< 6 años
Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales	Número de programas de formación académica, técnica, tecnológica y profesional, con modalidad presencial en el municipio	4 o más	2 o 3	0 o 1
Cercanía a centros petroleros	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano	> 2 horas	> 1 hora y < 2 horas	< 1 hora

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANH. (2014). Áreas en producción y exploración.
- -. (2005). Censo general de población 2005. Años promedio de escolaridad por municipio.
- DANE. (2007). Proyecciones de población municipal, por grupos quinquenales de edad 2005-2020
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mineducación. (2015). Simat, matrículas oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio de 2015.
- Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO MERCADO LABORAL



3.5.1. Variable población en edad de trabajar (PET₂₀₋₆₄)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL									
VARIABLE: POBLACIÓN EN EDAD DE TRABAJAR (PET ₂₀₋₆₄)	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la población en edad de trabajar (PET ₂₀₋₆₄).								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
<p>Personas de determinada edad, a partir de la cual se considera que están en capacidad de trabajar.</p> <p>Para efectos de la zonificación, la variable se incorporó como la población en el rango entre los 20 y 64 años de edad, en capacidad de trabajar.</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos sobre la disponibilidad de mano de obra para atender el desarrollo de las actividades propias del cultivo.</p> <p>Existe una relación directamente proporcional entre la población en edad de trabajar y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayor PET₂₀₋₆₄ muestran a los agentes económicos mejores opciones de mano de obra que podría ser aprovechada para el cultivo comercial de cacao.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja).</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de competitividad (IC) Participación porcentual de la PET₂₀₋₆₄ respecto a la población total en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IC > 0,01015 > 50.000 personas</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>IC > 0,00419 e IC ≤ 0,01015 ≥ 20.000 y ≤ 50.000 personas</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>IC ≤ 0,00419 < 20.000 personas</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Índice de competitividad (IC) Participación porcentual de la PET ₂₀₋₆₄ respecto a la población total en el municipio	Aptitud	IC > 0,01015 > 50.000 personas	A1	IC > 0,00419 e IC ≤ 0,01015 ≥ 20.000 y ≤ 50.000 personas	A2	IC ≤ 0,00419 < 20.000 personas	A3
Índice de competitividad (IC) Participación porcentual de la PET ₂₀₋₆₄ respecto a la población total en el municipio	Aptitud								
IC > 0,01015 > 50.000 personas	A1								
IC > 0,00419 e IC ≤ 0,01015 ≥ 20.000 y ≤ 50.000 personas	A2								
IC ≤ 0,00419 < 20.000 personas	A3								
<p>La participación porcentual de la PET₂₀₋₆₄ respecto a la población total municipal en Colombia oscila entre 36,42 % y 65,34 %, con una PET₂₀₋₆₄ promedio de 52,30 % para el orden nacional.</p> <p>En valores absolutos, las cifras de la PET₂₀₋₆₄ de los municipios y las áreas no municipalizadas del país varían desde 150 personas en La Guadalupe (Guainía) hasta los 4.758.551 habitantes en Bogotá y una cifra promedio del orden de los 24.000 habitantes en este grupo de edad.</p>									

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral porque pueden estar dedicados a actividades escolares (estudiantes), al hogar, a vivir de las rentas o estar pensionados por algún régimen especial.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DANE (2007). Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.

2. Precisiones de la información

La información fuente para la estimación de la PET_{20-64} se hace a partir de proyecciones de población de mediano plazo (2005-2020).

Para efectos de la zonificación se consideró inicialmente para mayor precisión tener en cuenta la población rural mayor de edad entre 18 y 64 años. Sin embargo, debido a que la información de la PET está disponible únicamente por grupos quinquenales y para el conjunto municipal, se tomó la información de los rangos de población correspondientes a 20 a 64 años.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Para definir los rangos de aptitud se tomó la población en edad de trabajar (PET_{20-64}) proyectada para el municipio a 2014.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tienen el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

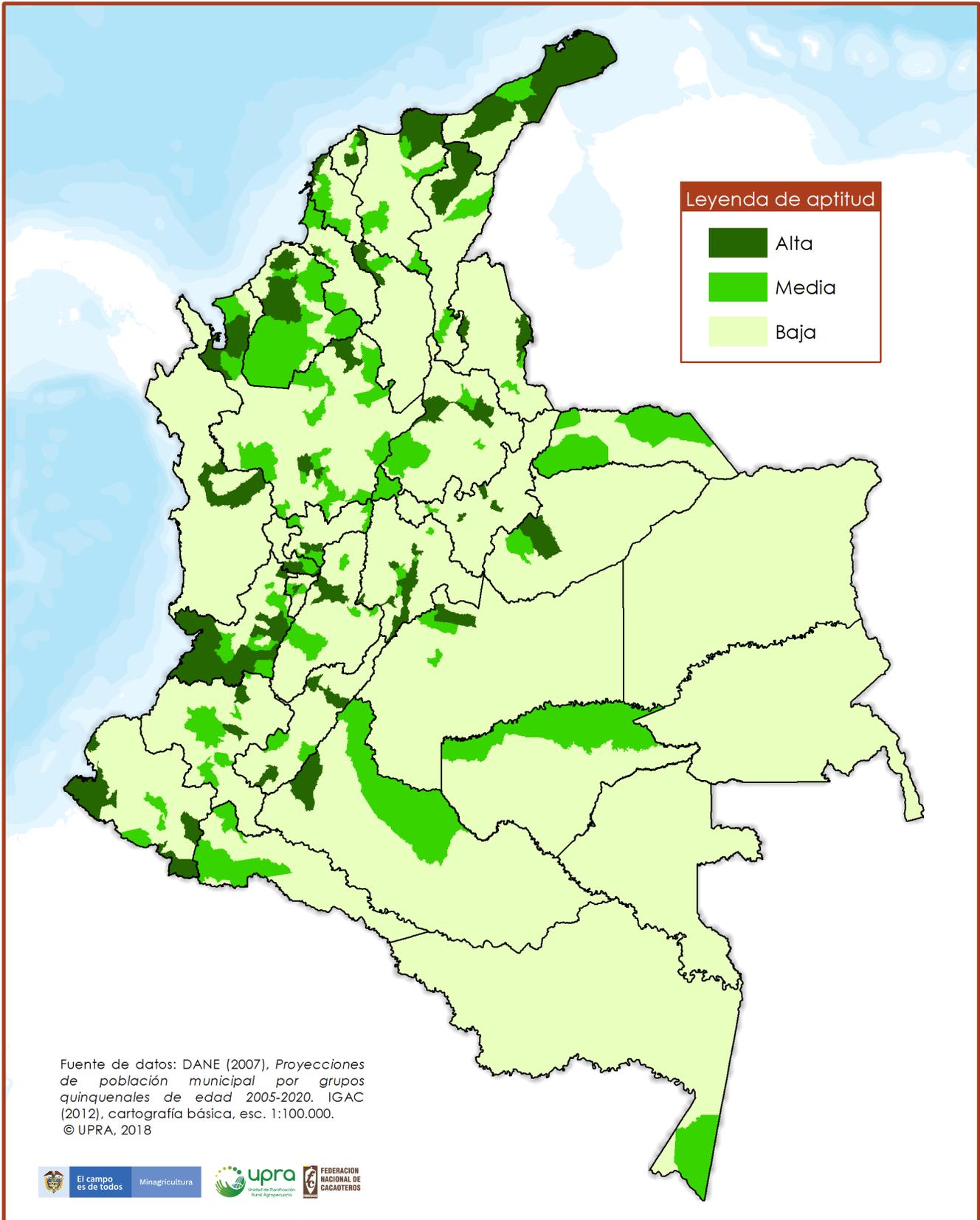
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de la participación porcentual de la PET_{20-64} respecto a la población total del municipio. Se consultaron el marco teórico y la línea base, se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calcularon la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

Unidad de análisis	Municipio.
--------------------	------------

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2007). Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: DANE (2007), *Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. © UPRA, 2018



El campo es de todos

Minagricultura



VARIABLE POBLACIÓN EN EDAD DE TRABAJAR (PET 20-64)
CRITERIO MERCADO LABORAL

3.5.2. Variable años promedio de escolaridad

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL									
VARIABLE: AÑOS PROMEDIO DE ESCOLARIDAD	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio.								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
Número de años promedio de estudios cursados y aprobados por la población de 15 años o más a nivel municipal.									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos sobre la disponibilidad de mano de obra mejor preparada en términos educativos, lo cual contribuye a mejorar la productividad y, en consecuencia, la competitividad de las diferentes actividades que forman parte del proceso productivo.</p> <p>Municipios cuya población tiene mayor número de años promedio de escolaridad aprobados cuentan con una mano de obra con mayores habilidades para asimilar capacidades y transferir conocimientos que benefician el desarrollo del cultivo. Por lo tanto, la competitividad de los municipios es directamente proporcional a los años promedio de escolaridad de la población en los mismos.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de competitividad (IC) Número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IC > 0,6510 > 8 años</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>IC > 0,3835 e IC ≤ 0,6510 ≥ 6 años y ≤ 8 años</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>IC ≤ 0,3835 < 6 años</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Índice de competitividad (IC) Número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio	Aptitud	IC > 0,6510 > 8 años	A1	IC > 0,3835 e IC ≤ 0,6510 ≥ 6 años y ≤ 8 años	A2	IC ≤ 0,3835 < 6 años	A3
Índice de competitividad (IC) Número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio	Aptitud								
IC > 0,6510 > 8 años	A1								
IC > 0,3835 e IC ≤ 0,6510 ≥ 6 años y ≤ 8 años	A2								
IC ≤ 0,3835 < 6 años	A3								
En consideración a los estadígrafos de la variable, el promedio nacional de años de escolaridad de la población de 15 años o más es de 8,4. Los valores de esta variable oscilan entre un máximo de 10,6 años promedio de escolaridad en el municipio de Envigado (Antioquia) y un mínimo de 3,13 años en el municipio de Argelia (Cauca).									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
La información disponible a la fecha corresponde al momento del censo general de población y vivienda de 2005; en consecuencia, presenta una década de atraso, por lo que no refleja el impacto de las políticas de educación en años recientes.									

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DANE (2005). Censo general de población. Años promedio de escolaridad por municipio.

2. Precisiones de la información

Bajo el supuesto de que todo niño o niña ingresa al colegio a los 7 años cumplidos y la tasa de repitencia es cero, a los 15 años cumplidos se deben haber aprobado como mínimo ocho años de estudio. Seis años aprobados suponen haber cursado un año de preescolar y los cinco años de básica primaria.

3. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tienen el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos de promedio de años de escolaridad. Se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calculó el promedio nacional como estadígrafo de referencia.

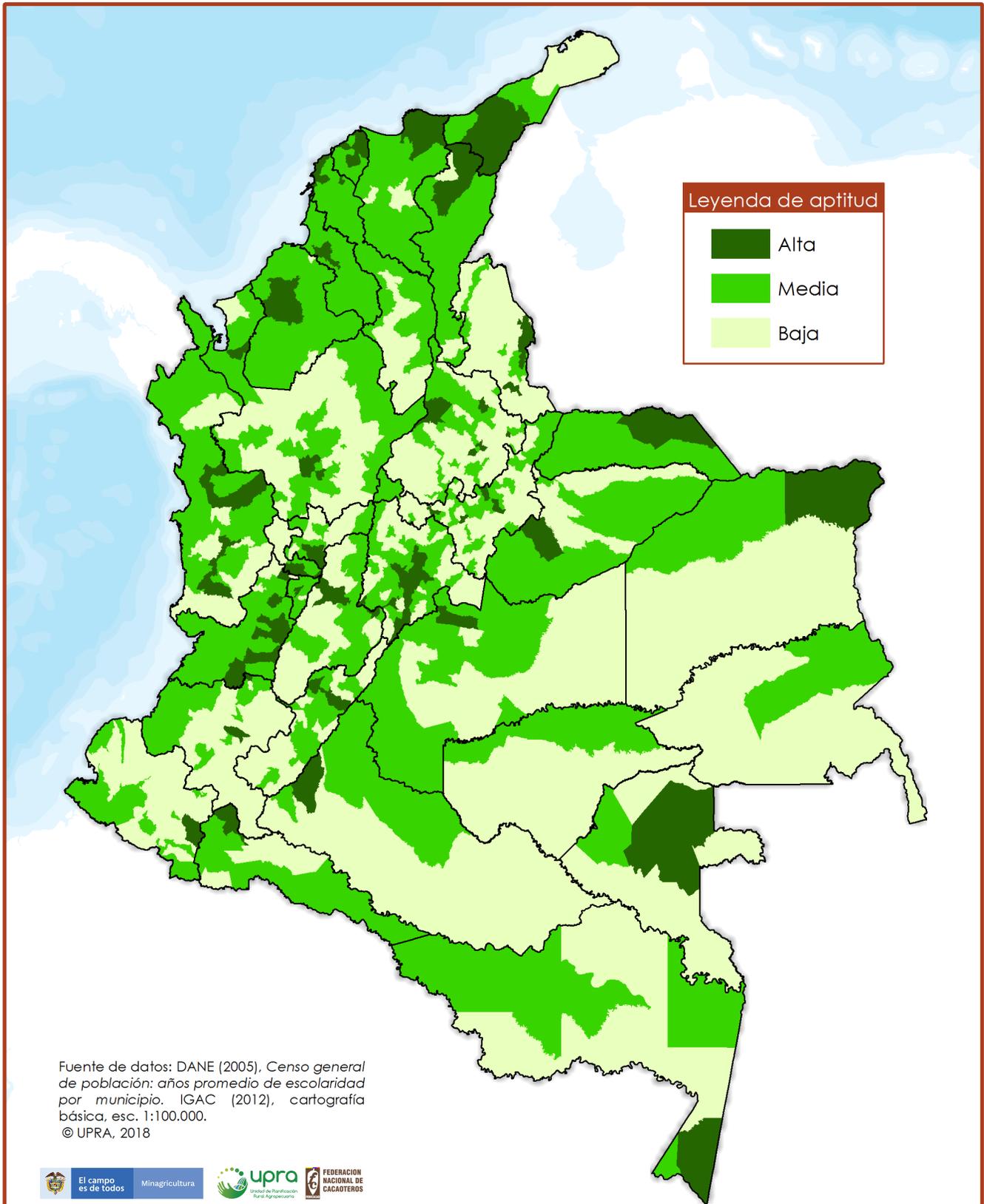
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2005). Censo general de población. Años promedio de escolaridad por municipio.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE AÑOS PROMEDIO DE ESCOLARIDAD
CRITERIO MERCADO LABORAL

3.5.3. Variable oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO										
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL										
VARIABLE: OFERTA EDUCATIVA A NIVEL TÉCNICO, TECNOLÓGICO Y PROFESIONAL EN ÁREAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES	UNIDAD DE MEDIDA: Número de programas de formación académica en actividades del sector agrícola y forestal en el municipio.									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico	√								
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
Existencia de programas de formación académica, en las áreas del conocimiento de las ciencias agronómicas, forestales y afines, con modalidad presencial en el municipio.										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la disponibilidad de talento humano, con destrezas o conocimientos técnicos, tecnológicos o profesionales, en actividades del sector que al vincularse a los procesos productivos pueden incrementar la productividad y mejorar la competitividad del cultivo de cacao.</p> <p>Los municipios en donde existen programas de formación académica con modalidad presencial congregan y permiten la cualificación de mano de obra interesada en temas afines a la producción agrícola, potenciando las condiciones del mercado laboral y la competitividad municipal. Por lo tanto, la competitividad de los municipios es directamente proporcional a su oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales.</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO										
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número de programas de formación académica, técnica, tecnológica y profesional, con modalidad presencial en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4 o más</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>2 o 3</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>0 o 1</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Número de programas de formación académica, técnica, tecnológica y profesional, con modalidad presencial en el municipio	Aptitud	4 o más	A1	2 o 3	A2	0 o 1	A3	
Número de programas de formación académica, técnica, tecnológica y profesional, con modalidad presencial en el municipio	Aptitud									
4 o más	A1									
2 o 3	A2									
0 o 1	A3									
La oferta de programas de formación académica, de modalidad presencial, oscila entre un máximo de 32 programas en Bogotá, 25 en Medellín, 18 en Popayán y ninguna oferta en 432 municipios en el país.										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
El área de influencia de los programas académicos presenciales ofertados se hace a partir del número de programas registrados en el Mineducación, según cada municipio y no del número de graduados o egresados por municipio.										

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Mineducación, Simat, matrículas oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio 2015.

2. Precisiones de la información

Por una parte, el número de programas académicos ofertados para cada municipio se identificó a partir de los registros de educación superior; por otra parte, a partir de la relación de colegios con especialidad o énfasis agropecuario en el país.

Entre los programas que se asignaron a cada municipio se tuvo en cuenta formación técnica, tecnológica, universitaria y especializaciones. No se consideraron los programas de maestría y doctorado.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta tres categorías de aptitud competitiva, así: municipios con cuatro o más programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agronómicas (A1); municipios con dos o tres programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agronómicas (A2), y municipios con uno o ningún programa de formación académica (A3).

Unidad de análisis

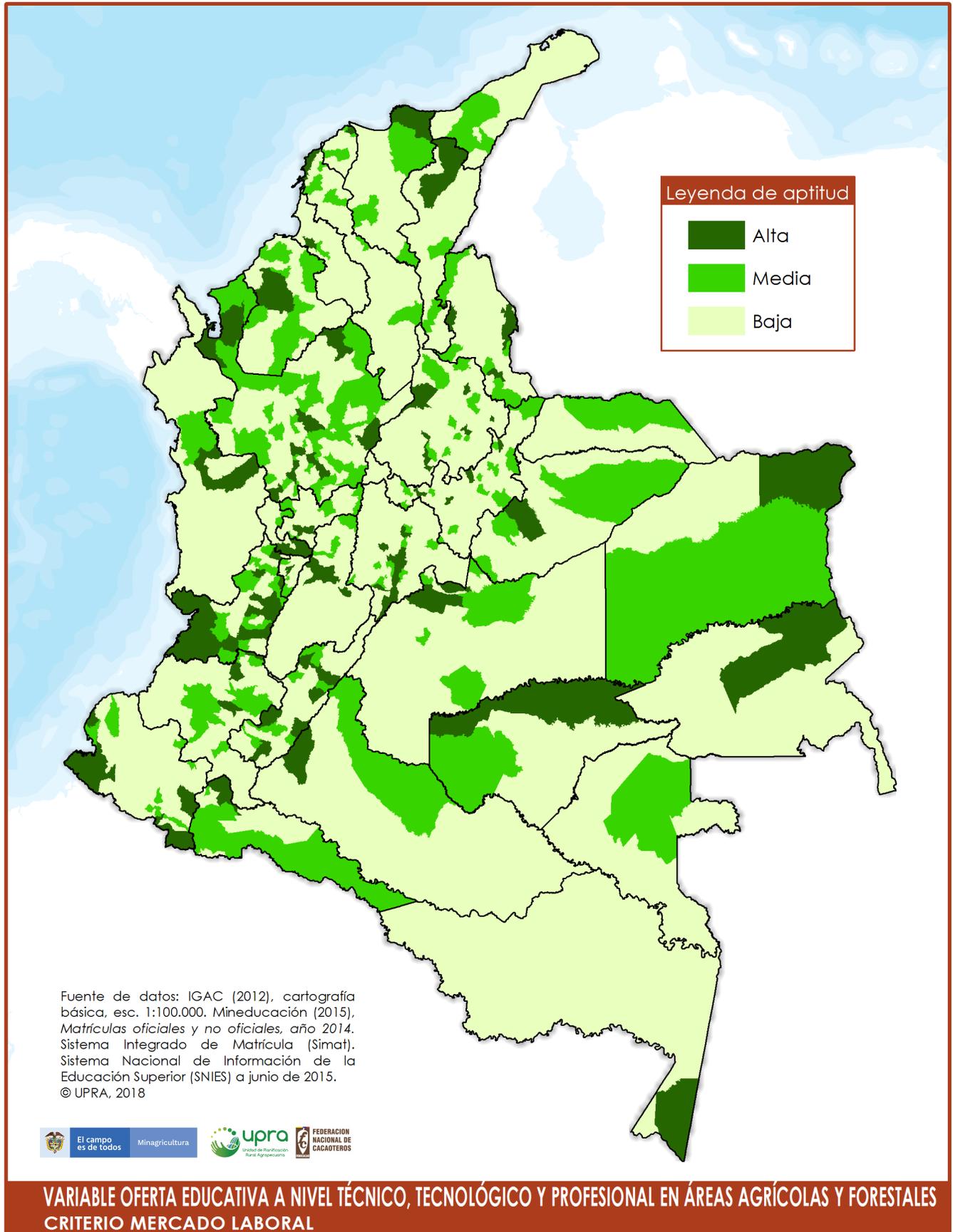
Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Mineducación (2015). Sistema Integrado de Matrícula (Simat). Matrículas oficiales y no oficiales año 2014 y SNIES a junio de 2015.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



3.5.4. Variable cercanía a centros petroleros

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL		
VARIABLE: CERCANÍA A CENTROS PETROLEROS	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Facilidad con la que se puede alcanzar un sitio (centro petrolero) desde otros puntos en el territorio. Sintetiza las facilidades de desplazamiento de mano de obra hacia centros petroleros en busca de mejores opciones de ingreso.</p> <p>Para efectos de la zonificación, la variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los centros petroleros.</p> <p>Centro petrolero: área geográfica donde se lleva a cabo la perforación de pozos profundos para la explotación de yacimientos petrolíferos o refinerías de petróleo crudo.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos sobre la forma como otras actividades petroleras afectan la disponibilidad de mano de obra necesaria para el desarrollo de actividades productivas del sector agropecuario. Las actividades petroleras atraen migraciones temporales, puntuales, recurrentes o permanentes hacia los centros donde se desarrollan dichas actividades.</p> <p>Existe una relación inversamente proporcional entre la cercanía a centros petroleros y la aptitud competitiva del municipio. Un municipio más cercano a centros petroleros es menos competitivo porque cuenta con alternativas de mayores ingresos que los generados por la actividad agropecuaria.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los municipios con centros petroleros: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
Tiempo de desplazamiento en horas (TD), calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano		Aptitud
> 2 horas		A1
≥ 1 hora y ≤ 2 horas		A2
< 1 hora		A3
<p>Las regiones de la Orinoquia, la Amazonia y parte de la región pacífico muestran mayor aptitud competitiva. El Caribe y la región Andina tienen menor aptitud competitiva.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
No se identificaron limitantes para evaluar esta variable.		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000
- Mintransporte (2014). Tramos de la red vial nacional y departamental.
- ANH (2014). Áreas en producción y exploración.

2. Precisiones de la información

La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y 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

Se tomó la información más reciente de la ANH sobre las áreas en producción y exploración, constituyéndose estos en los puntos de referencia para la construcción de isócronas.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento de la mano de obra hasta los centros petroleros. Mano de obra ubicada a tiempos de viaje cortos tendrían un mayor incentivo para desplazarse de las actividades agropecuarias hacia las actividades petroleras. A menor distancia a un centro petrolero, disminuye la competitividad para el cultivo comercial de cacao.

Centros petroleros ubicados a más de dos horas de viaje implican que los trabajadores requieren de al menos la mitad de la jornada laboral para ir al trabajo y regresar a su lugar de residencia.

Centros petroleros ubicados entre una y dos horas de viaje, implican que los trabajadores requieren de un tiempo razonable para ir al trabajo y regresar a su lugar de residencia.

La población residente a menos de una hora de viaje hacia los centros petroleros, destinaría tan solo una fracción de su tiempo diario para ir al trabajo y regresar a su lugar de residencia.

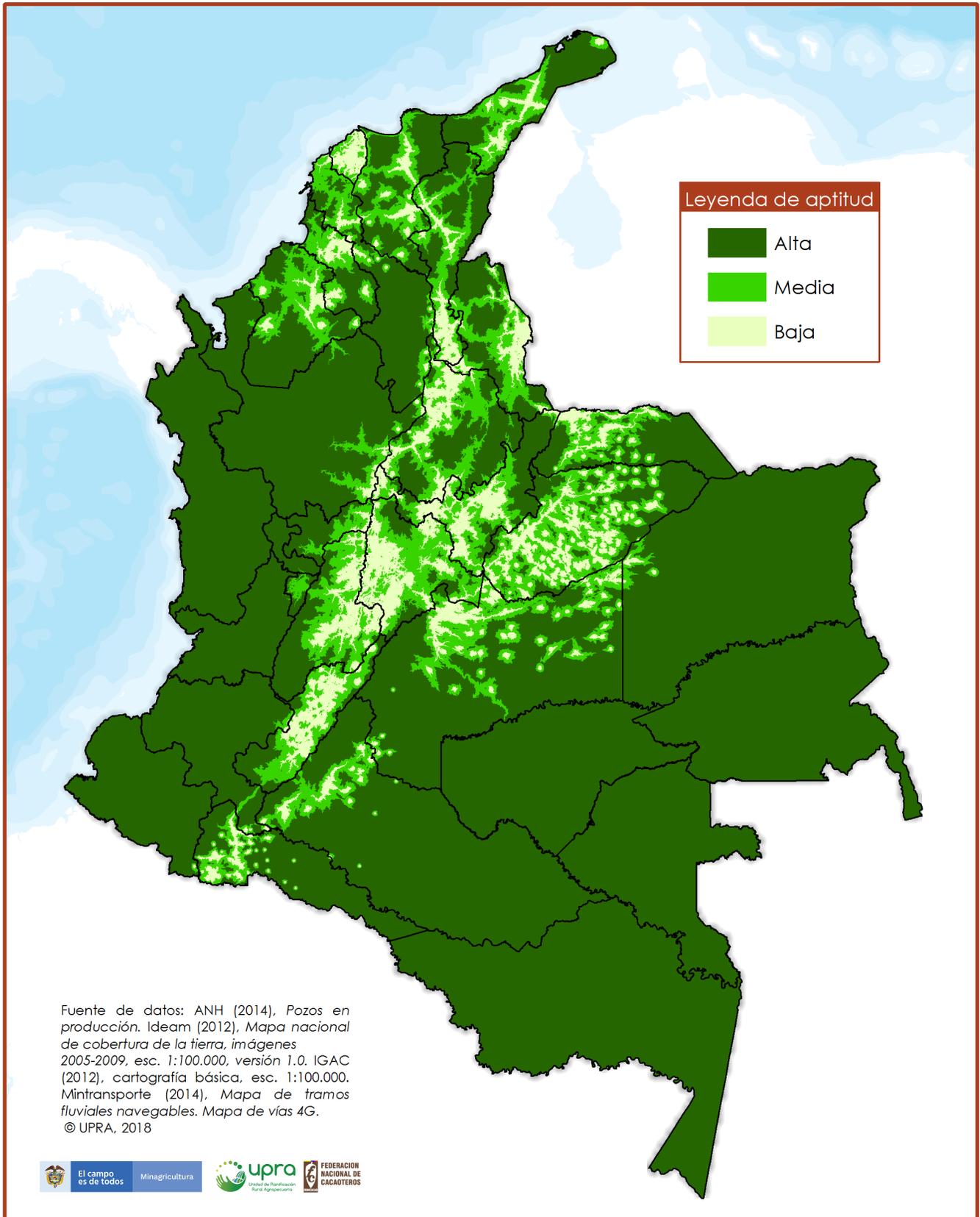
Unidad de análisis

Isócrona.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ANH. (2014). Áreas en producción y exploración.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CERCANÍA A CENTROS PETROLEROS
CRITERIO MERCADO LABORAL

3.6. CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: SEGURIDAD CIUDADANA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<p>Homicidios, expresados como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio.</p> <p>Riesgo de amenazas, expresado como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio.</p> <p>Accidentes e incidentes por minas antipersonas, expresados como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonas por 100.000 habitantes en el municipio.</p> <p>Desplazamiento forzado, expresado como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio.</p>		
DEFINICIÓN		
<p>Sensación de confianza, entendida como ausencia de riesgos y daños a la vida y a la integridad física y psicológica de un individuo, o de un grupo poblacional, determinada por situaciones sociales.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al clima de inversión que existe en una zona para el adecuado desarrollo comercial del cultivo de cacao.</p> <p>Zonas donde se presentan y repiten hechos delictivos constituyen un riesgo para la vida humana, la integridad física y psicológica de los individuos. Estas zonas podrían estar asociadas a la presencia de grupos armados ilegales y delincuencia común, lo cual puede incidir negativamente en la dinámica del aparato productivo asociado al cultivo.</p> <p>La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión y este a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversamente proporcional entre homicidios, riesgo de amenazas, eventos por minas antipersonas y desplazamiento forzado, y la aptitud competitiva del municipio.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>En las fuentes de información consultadas 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 competitiva alta (A1).</p> <p>Para el caso de la variable riesgo de amenazas, los municipios sin información disponible, bajo el principio de cercanía, se asimilaron a los rangos de aptitud de los municipios con los cuales limitan. Los municipios a los que se hace referencia son Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré del departamento de Córdoba, y Guachené (Cauca).</p> <p>La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 1,9 %		

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen. Las variables califican los municipios según categorías de aptitud competitiva (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud se asignó un valor así: A1 = 3, A2 = 2 y A3 = 1.

Usando un árbol de decisión se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud.

Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja), así:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Seguridad ciudadana	Municipios con sumatoria de aptitud > 11	Municipios con sumatoria de aptitud entre 7 y 10	Municipios con sumatoria de aptitud < 6

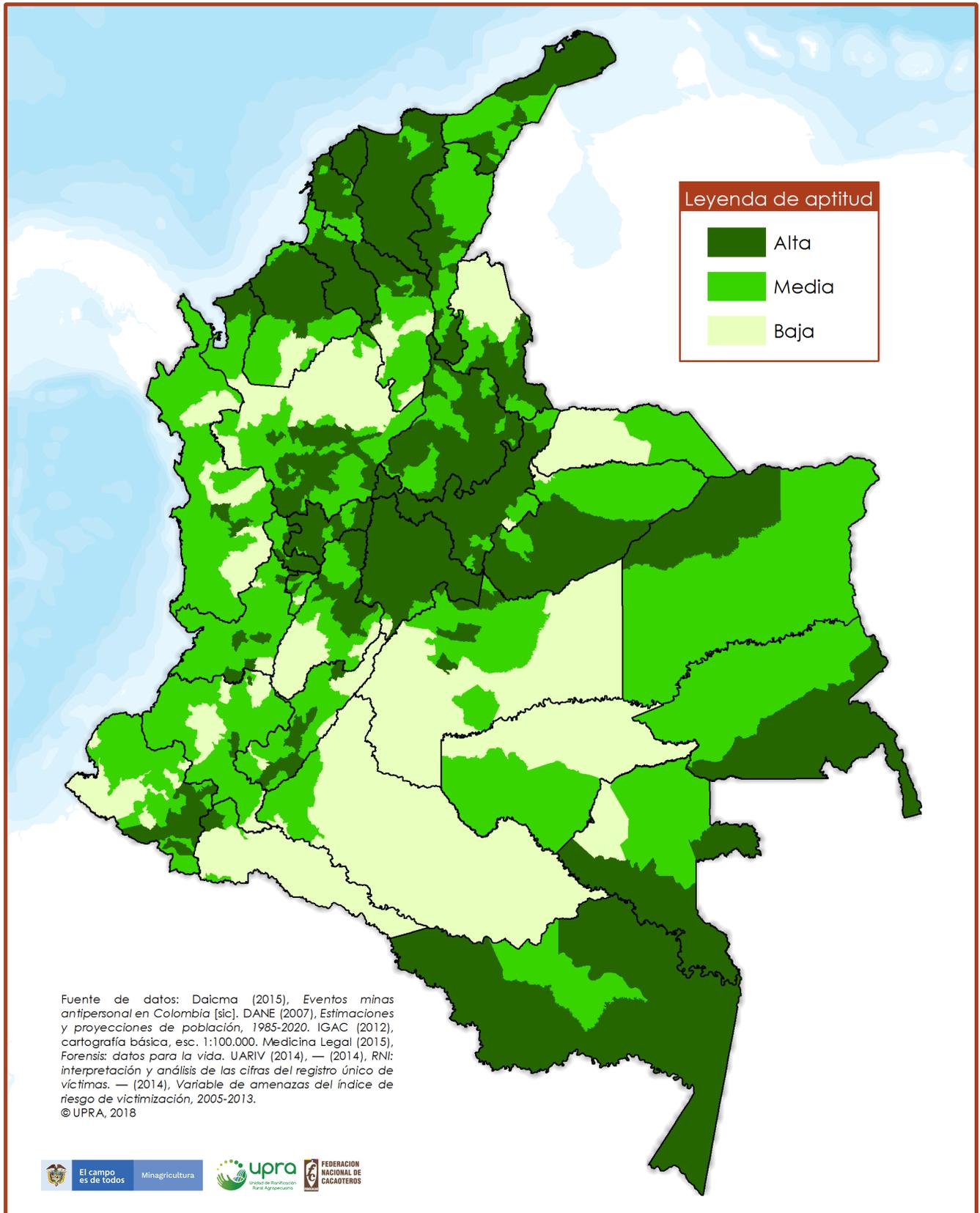
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Homicidios	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,877	IC > 0,621 e IC ≤ 0,877	IC ≤ 0,621
	Tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio	Sin información y < 23,80	≥ 23,80 y ≤ 69,30	> 69,30
Riesgo de amenazas	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,720	IC > 0,519 e IC ≤ 0,720	IC ≤ 0,519
	Índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio	≤ 0,42	> 0,42 y ≤ 0,58	> 0,58
Accidentes e incidentes por minas antipersonas	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,9929	IC > 0,9600 e IC < 0,9929	IC ≤ 0,9600
	Tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonas por 100.000 habitantes en el municipio	Sin información y ≤ 3,15	> 3,15 y ≤ 17,71	> 17,71
Desplazamiento forzado	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,9656	IC > 0,9323 e IC ≤ 0,9656	IC ≤ 0,9323
	Tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio	< 5	≥ 5 y ≤ 10	> 10

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2005). *Series de población 1985-2020*.
- -. (2005). *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*.
- Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal (2015). *Eventos minas antipersonal en Colombia 2010-2014* [sic].
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2015). *Forensis 2014. Datos para la vida*.
- UARIV. (2014). *Índice de riesgo de victimización 2005-2013*.
- -. (2014). *Red Nacional de Información (RNI) 2014. Registros anuales de población desplazada por municipio 2010-2014*.
- -. (2014). *Interpretación y análisis de las cifras del registro único de víctimas, municipio 2010-2014*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

3.6.1. Variable homicidios

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: HOMICIDIOS	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Eventos que ocasionan supresión de vida humana de forma dolosa o preintencional sin justificación jurídica (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2014).		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la seguridad. El análisis histórico del comportamiento de esta variable durante el último quinquenio permite evidenciar fenómenos de concentración territorial de este delito que representa un riesgo para la vida humana.</p> <p>La seguridad es uno de los factores que determinan el clima de inversión y este a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversa entre la tasa de homicidios y la aptitud competitiva del municipio.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).		
	<p>Índice de competitividad (IC)</p> <p>Tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio</p>	Aptitud
	<p>IC > 0,877</p> <p>Sin información y < 23,80</p>	A1
	<p>IC > 0,621 e IC ≤ 0,877</p> <p>≥ 23,80 y ≤ 69,30</p>	A2
	<p>IC ≤ 0,621</p> <p>> 69,30</p>	A3
<p>Para los años 2010-2014 se reportaron un total de 76.660 homicidios en Colombia. Para el país, la tasa anual promedio de homicidios por cada 100.000 habitantes para ese mismo periodo fue de 33,18.</p> <p>Por cada 100.000 habitantes, durante este periodo de análisis, la tasa anual promedio de homicidios en Colombia alcanzó un máximo de 39,36 en el año 2010, y un mínimo de 26,49 en 2014.</p> <p>Por municipio, para el periodo de análisis 2010-2014, las tasas máximas promedio de homicidios por cada 100.000 habitantes se observaron en Zaragoza (180) y Briceño (179), en el departamento de Antioquia, y en el municipio de El Dovio (170), en el Valle del Cauca.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>En la fuente de información usada se encontraron municipios sin registros de homicidios. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y en consecuencia se clasificaron en el rango de aptitud competitiva alta (A1).</p> <p>La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.</p>		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses (2015). *Forensis 2014. Datos para la vida.*

2. Precisiones de la información

La información de la fuente proviene de estadísticas directas consignadas en la plataforma web del Sistema de Información de la Red de Desaparecidos y Cadáveres (Sirdec) del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, y de estadísticas indirectas reportadas por médicos adscritos al sector salud que se desempeñan como forenses. El promedio de la tasa anual de homicidios se presenta por cada 100.000 habitantes.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se promediaron las tasas anuales de la serie analizada para el periodo 2010-2014. Para los municipios que no cuentan con información para todos los años de la serie de tiempo analizada, se realizó imputación de datos con base en las tasas de homicidios disponibles para este periodo de análisis.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÍN - MÁX)$

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos se definieron teniendo en cuenta la dispersión de la tasa de homicidios. Se consultaron el marco teórico y la línea base, se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se tomó la mediana como estadígrafo de referencia.

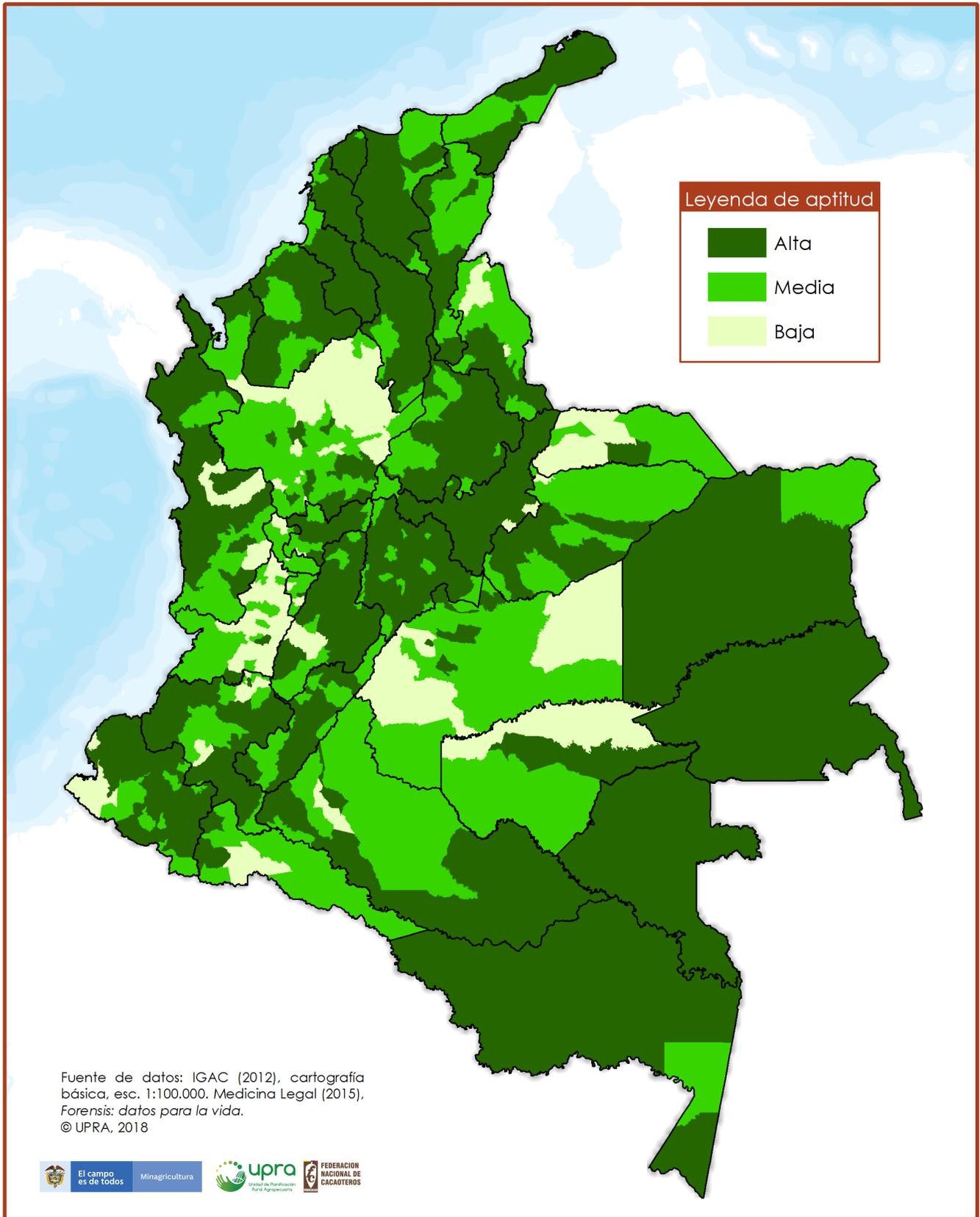
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. *Forensis 2014. Datos para la vida 2010-2014.*

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE HOMICIDIOS
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

3.6.2. Variable riesgo de amenazas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO										
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA										
VARIABLE: RIESGO DE AMENAZAS	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC) (comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio).									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico	√								
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
<p>Eventual ocurrencia de acciones o sucesos relacionados con el conflicto armado interno en cada municipio de Colombia, que tengan la potencialidad de causar daño a la población civil y a sus bienes, los cuales son ocasionados por agentes preponderantemente exógenos, en un determinado tiempo y lugar (UARIV, 2014).</p>										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la seguridad. Zonas donde existen altas posibilidades de amenazas están asociadas a presencia de grupos armados ilegales y constituyen un riesgo que puede interrumpir la dinámica del aparato productivo asociado al cultivo comercial de cacao.</p> <p>La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión de un municipio. Existe una relación inversamente proporcional entre el riesgo de amenazas y la aptitud competitiva del municipio.</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO										
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de competitividad (IC) Índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IC > 0,720 ≤ 0,42</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>IC > 0,519 e IC ≤ 0,720 > 0,42 y ≤ 0,58</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>IC ≤ 0,519 > 0,58</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Índice de competitividad (IC) Índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio	Aptitud	IC > 0,720 ≤ 0,42	A1	IC > 0,519 e IC ≤ 0,720 > 0,42 y ≤ 0,58	A2	IC ≤ 0,519 > 0,58	A3	
Índice de competitividad (IC) Índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio	Aptitud									
IC > 0,720 ≤ 0,42	A1									
IC > 0,519 e IC ≤ 0,720 > 0,42 y ≤ 0,58	A2									
IC ≤ 0,519 > 0,58	A3									
<p>Para el periodo de análisis 2005-2013, los municipios con mayor riesgo de amenazas son El Tarra (Norte de Santander), Arauquita (Arauca) y Puerto Rico (Meta). Los riesgos más bajos se presentan principalmente en municipios ubicados en departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Santander.</p>										
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE										
<p>En la fuente de información usada se encontraron municipios sin información disponible para el cálculo del índice de riesgo de amenazas. Estos municipios, bajo el principio de cercanía, se asimilaron a los rangos de aptitud de los municipios con los cuales limitan. Los municipios a los que se hace referencia son Norosí (Bolívar), Tuchín y San José de Uré (Córdoba) y Guachené (Cauca).</p> <p>La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.</p>										

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- UARIV (2014). *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización, 2005-2013*.

2. Precisiones de la información

El cálculo del índice de riesgo de amenazas se realizó a partir de información histórica para el periodo 2005-2013. Comprende 36 variables agrupadas en cuatro categorías o subíndices, así:

- Subíndice «hechos»: personas expulsadas de forma masiva e individual, personas secuestradas, reclutamiento ilegal de niños, niñas y adolescentes, amenazas (individuales/colectivas), actos de terrorismo (artefactos explotados), pérdida de bienes muebles e inmuebles, despojo de tierra, homicidios, incursión a población, asalto a población, eventos por minas antipersonas (MAP), exámenes médicos legales por presunto delito sexual, militares y civiles heridos por MAP, personas torturadas, desaparición forzada, militares y civiles muertos por MAP, masacres, líderes sociales asesinados.
- Subíndice «acciones»: ataques a aeronaves, ataque a instalaciones de policía, contacto armado, emboscada, hostigamiento, incidentes por MAP, puentes y vías destruidas, retenes ilegales.
- Subíndice «otros»: artefactos explosivos desactivados o incautados, informes de riesgo, notas de seguimiento.
- Subíndice «presencia»: hectáreas sembradas en coca, presencia de hombres de las bacrim, las Farc y el ELN.

El índice de riesgo de amenazas asignó pesos porcentuales a cada subíndice, así: hechos, 28,98 %; acciones, 25,12 %; otros, 21,31 %; presencia, 24,57 %.

Asimismo, clasificó los municipios según su grado de riesgo de amenazas, así: bajo, entre 0,2025 y 0,3081; medio bajo, entre 0,3090 y 0,4255; medio, entre 0,4263 y 0,5800; medio alto, entre 0,5817 y 0,7955; alto, entre 0,8025 y 1.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se acogió el índice de riesgo de amenazas 2005-2013 calculado por la fuente a nivel municipal.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tienen el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I-MÁX)/(MÍN-MÁX)$;

Donde:

I : valor de la variable en el municipio objeto del IC.

$MÍN$: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

$MÁX$: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de riesgo de amenazas, estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud competitiva, así: A1 (bajo y medio bajo), A2 (medio) y A3 (alto y medio alto).

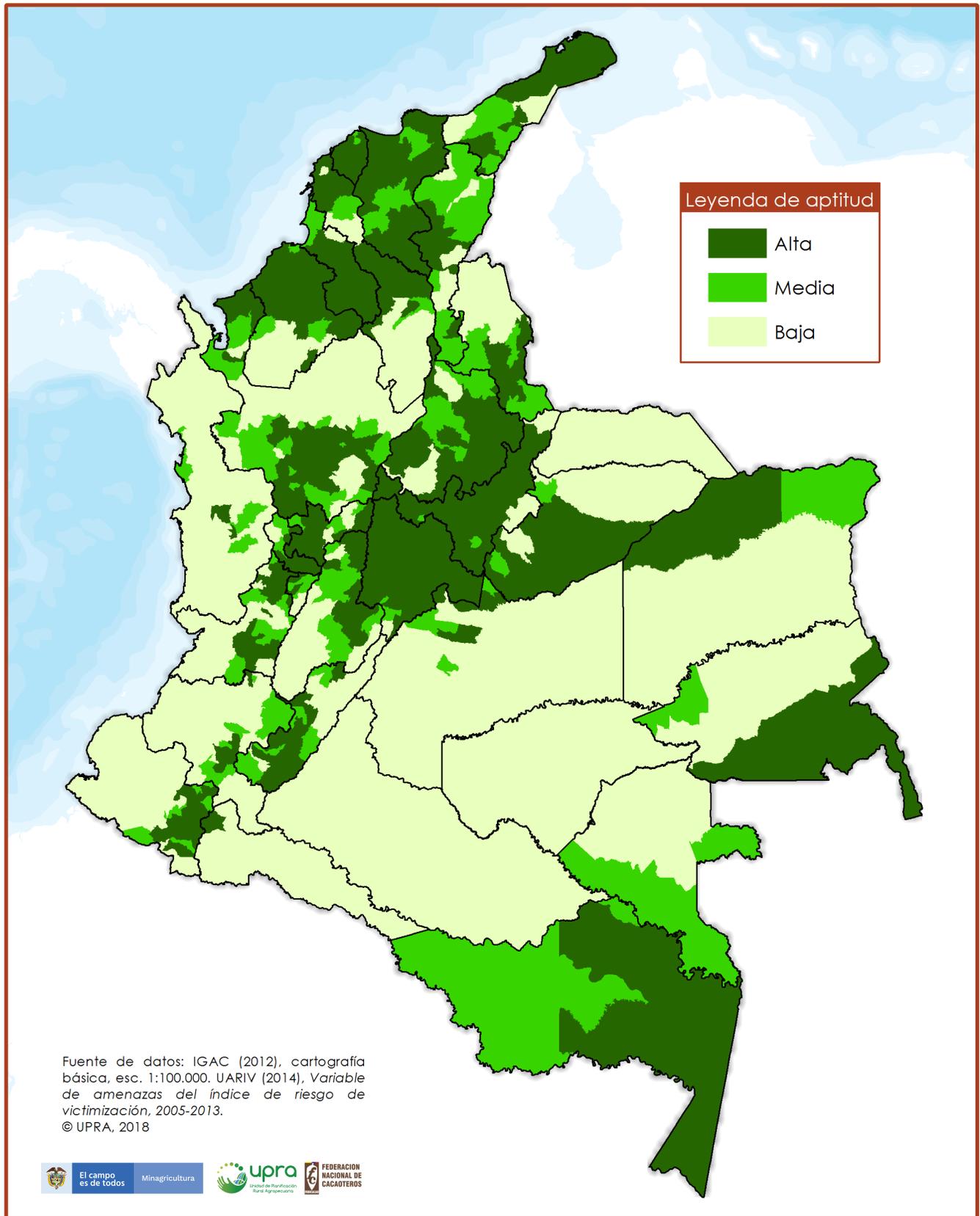
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- UARIV. (2014). *Índice de riesgo de victimización 2005-2013*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE RIESGO DE AMENAZAS
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

3.6.3. Variable accidentes e incidentes por minas antipersonas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
VARIABLE: ACCIDENTES E INCIDENTES POR MINAS ANTIPERSONAS	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC) (comprendido entre 0 y 1; calculado con base en la tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonas por 100.000 habitantes en el municipio).	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Acontecimientos por minas antipersonas de diferente intensidad. Aquellos que causan daño físico o psicológico a una o más personas se denominan accidentes; los que pueden aumentar hasta un accidente o tienen el potencial para conducir a un accidente, se conocen como incidentes.</p> <p>Mina antipersona (MAP): mina concebida para que explote por la presencia, la proximidad o el contacto de una persona y que, en caso de explosión, tenga la potencialidad de incapacitar, herir o matar a una o más personas (Dirección para la Acción Integral Contra Minas Antipersonal [sic], 2015).</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la seguridad.</p> <p>Zonas donde se reportan eventos con minas antipersonas constituyen un riesgo para la vida humana y podrían estar asociadas a presencia de grupos armados ilegales. La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión y este a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversa entre la tasa de accidentes e incidentes por minas antipersonas y la aptitud competitiva del municipio.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
	Índice de competitividad (IC) Tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonas por 100.000 habitantes en el municipio	Aptitud
	IC \geq 0,9929 Sin información y \leq 3,15	A1
	IC $>$ 0,9600 e IC $<$ 0,9929 $>$ 3,15 y \leq 17,71	A2
	IC \leq 0,9600 $>$ 17,71	A3
<p>Para los años 2010-2014 se reportaron un total 14.242 accidentes e incidentes por MAP en Colombia. Para el país, la tasa anual promedio de accidentes e incidentes por MAP por cada 100.000 habitantes para ese mismo periodo fue de 18.</p>		

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

En la fuente de información usada se encontraron municipios sin registros de accidentes e incidentes por minas antipersonas. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y, en consecuencia, se clasificaron en el rango de aptitud competitiva alta (A1).

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede llegar a generar cambios en la serie cronológica analizada.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Dirección para la Acción Integral Contra Minas Antipersonal (2015). *Eventos minas antipersonal en Colombia 2010-2014* [sic].
- DANE (2005). *Series de población 1985-2020*.

2. Precisiones de la información

La información de accidentes e incidentes corresponde a la sumatoria anual por tipo de eventos así: a) accidentes (accidentes por MAP y accidentes por municiones sin explotar); b) incidentes (desminado militar, incautaciones y sospecha de campo minado).

El promedio de la tasa anual de accidentes e incidentes por MAP se presenta por cada 100.000 habitantes en el municipio.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calculó la tasa anual para los años 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonas con base en los registros y la población total municipal. Se promediaron las tasas anuales de la serie analizada.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tienen el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$

Donde:

- I*: valor de la variable en el municipio objeto del IC.
- MÍN*: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.
- MÁX*: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de la tasa de accidentes e incidentes por MAP. Se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calcularon la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

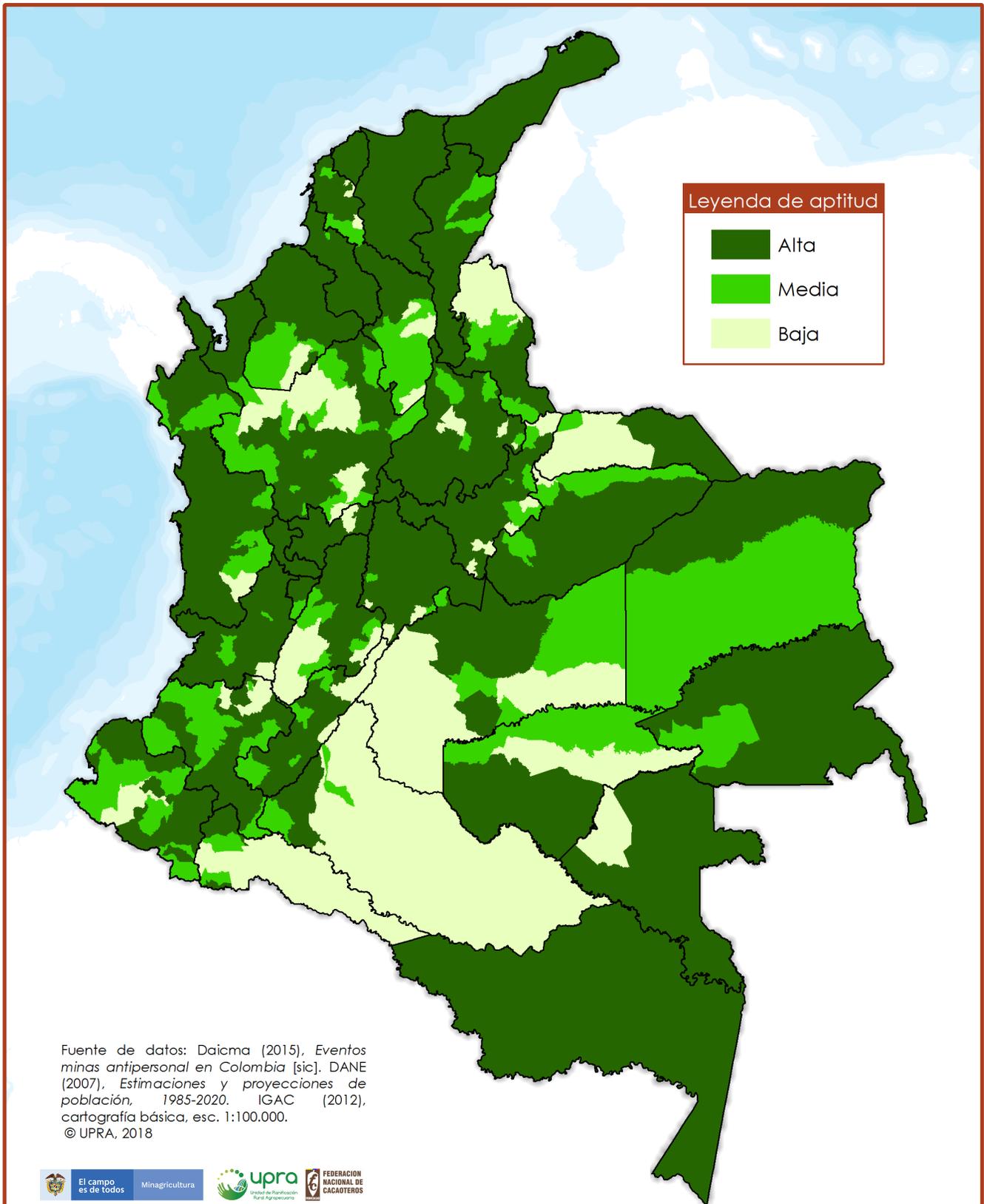
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DANE. (2005). *Series de población 1985-2020*.
- Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal. (2015). *Eventos minas antipersonal en Colombia 2010-2014* [sic].

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Daicma (2015), *Eventos minas antipersonal en Colombia* [sic]. DANE (2007), *Estimaciones y proyecciones de población, 1985-2020*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2018



VARIABLE ACCIDENTES E INCIDENTES POR MINAS ANTIPERSONAS
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

3.6.4. Variable desplazamiento forzado

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA									
VARIABLE: DESPLAZAMIENTO FORZADO	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC) (comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio).								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
<p>Toda persona que se ha visto forzada a migrar dentro del territorio nacional, abandonando su localidad de residencia o actividades económicas habituales porque su vida, su integridad física, su seguridad o libertad personal han sido vulneradas o se encuentran directamente amenazadas con ocasión del conflicto armado interno, disturbios y tensiones interiores, violencia generalizada, violaciones masivas de los derechos humanos, infracciones al derecho internacional humanitario u otras circunstancias emanadas de las situaciones anteriores que puedan alterar drásticamente el orden público (Ley 387 de 1997).</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la seguridad. Zonas donde se registra desplazamiento forzado son consideradas menos atractivas, dado que se asocian con presencia de grupos armados ilegales, alteración del orden público, probabilidad de repetición del evento y posible pérdida de la inversión. La seguridad es uno de los factores que determina el clima de inversión y este a su vez afecta la competitividad del municipio. Existe una relación inversa entre la tasa de desplazamiento forzado y la aptitud competitiva del municipio.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Índice de competitividad (IC) Tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IC > 0,9656 < 5</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>IC > 0,9323 e IC ≤ 0,9656 ≥ 5 y ≤ 10</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>IC ≤ 0,9323 > 10</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Índice de competitividad (IC) Tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio	Aptitud	IC > 0,9656 < 5	A1	IC > 0,9323 e IC ≤ 0,9656 ≥ 5 y ≤ 10	A2	IC ≤ 0,9323 > 10	A3
Índice de competitividad (IC) Tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1000 habitantes en el municipio	Aptitud								
IC > 0,9656 < 5	A1								
IC > 0,9323 e IC ≤ 0,9656 ≥ 5 y ≤ 10	A2								
IC ≤ 0,9323 > 10	A3								
<p>Los registros oficiales de población desplazada en Colombia reportan un promedio anual de 217.144 personas para el periodo 2010-2014. Estas cifras expresadas en tasas de desplazamiento a nivel municipal oscilan entre 0 y 147 personas por cada 1000 habitantes.</p> <p>Las tasas máximas del periodo se observan en municipios del Andén Pacífico de Cauca, Chocó y Nariño, en tanto que los municipios en donde no se reportan desplazamientos durante el periodo corresponden al altiplano cundiboyacense.</p>									

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Según la UARIV (2014), los casos donde no se reporta información para algunos municipios se debe a la no ocurrencia de hechos victimizantes.

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede llegar a generar cambios en la serie cronológica analizada.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DANE (2005). *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*.
- UARIV (2014). Red Nacional de Información (RNI), 2014. *Registros anuales de población desplazada por municipio 2010-2014*.
- UARIV (2014). Red Nacional de Información (RNI), 2014. *Interpretación y análisis de las cifras del Registro Único de Víctimas por municipio 2010-2014*.

2. Precisiones de la información

Los datos utilizados para el análisis corresponden únicamente a la población que adelantó los procedimientos requeridos para validar su condición de desplazada y que fue incorporada a los registros oficiales.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calculó la tasa anual para los años 2010-2014 de desplazamiento forzado con base en los registros y la población total municipal. Se promediaron las tasas anuales de la serie analizada.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I-MÁX)/(MÍN-MÁX)$;

Donde:

I: valor de la variable en el municipio objeto del IC.

MÍN: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

MÁX: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos se definieron teniendo en cuenta las tendencias del desplazamiento en Colombia y la distribución de los datos analizada a partir de los estadígrafos de la información del periodo.

Unidad de análisis

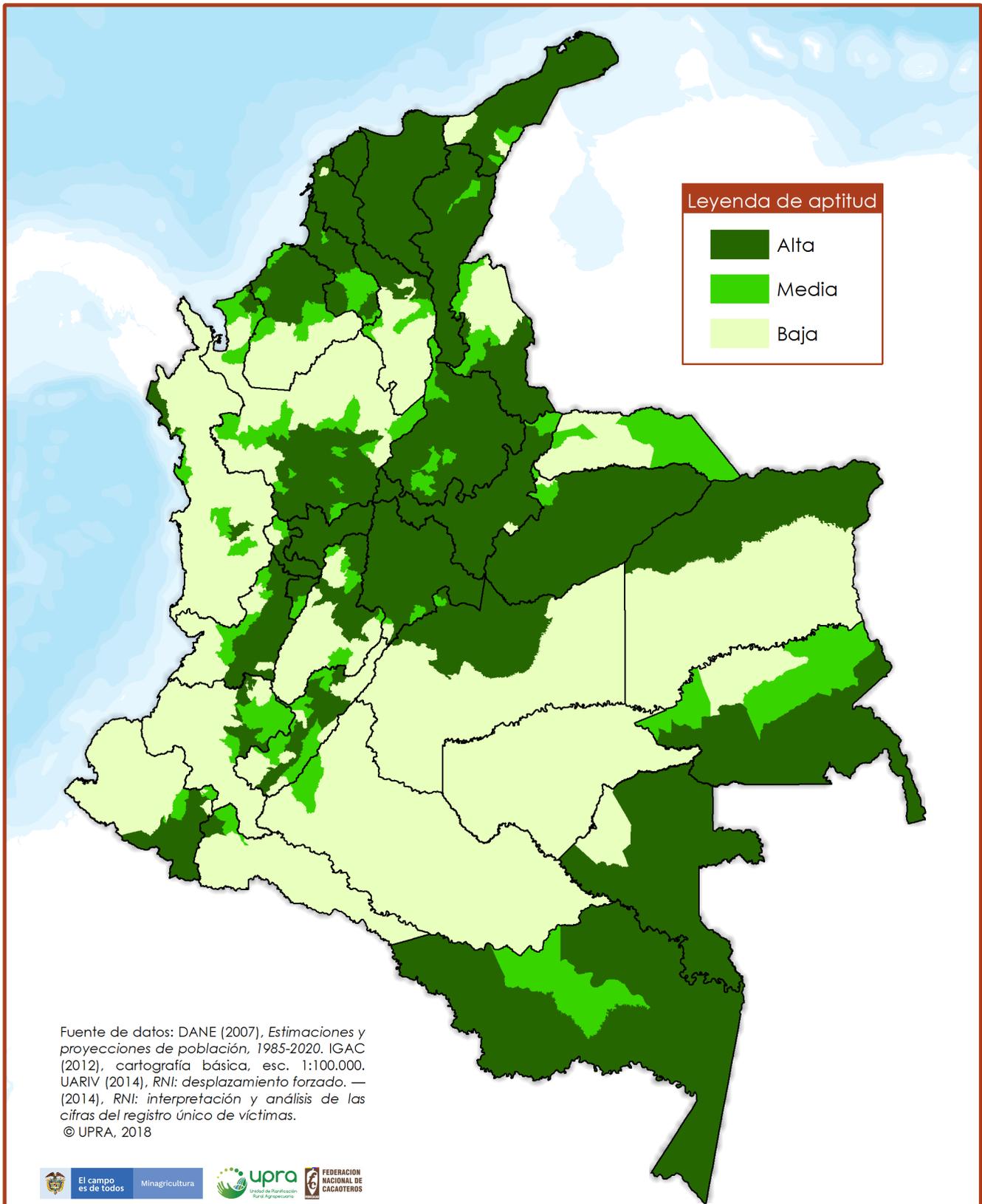
Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Colombia, Congreso de la República (1997). Ley 387 de 1997, por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia.
- DANE. (2007). *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*.
- UARIV. (2014). Red Nacional de Información (RNI). *Registros anuales de población desplazada por municipio 2010-2014*.
- -. (2014). Red Nacional de Información (RNI) 2014. *Interpretación y análisis de las cifras de Registro Único de Víctimas por municipio 2010-2014*.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE DESPLAZAMIENTO FORZADO
CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

3.7. CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Desempeño fiscal, cercanía al SENA, presencia del ICA, presencia de Corpoica, organizaciones gremiales o de base del sector, y extensión y asistencia técnica sectorial.		
DEFINICIÓN		
<p>Presencia institucional del Estado, gremial o de organizaciones de base de la cadena productiva agropecuaria en un municipio, cuyo apoyo conduce a la competitividad.</p> <p>Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y la consolidación del sector cacaotero.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada en un municipio, así como la articulación de asociaciones, cooperativas y productores a instancias que facilitan el desarrollo y el soporte del sector cacaotero en el territorio.</p> <p>Una mayor oferta institucional del orden nacional y asociatividad favorecen el acceso a los avances de investigación, control fitosanitario, formación técnica y tecnológica, y fortalecimiento organizacional del sector. En el municipio, las posibilidades de una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, ofrecería mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal contribuye a mejorar la competitividad del cultivo comercial de cacao.</p> <p>Municipios y áreas geográficas con presencia institucional o con una sede institucional cercana tienen mayores posibilidades de que exista una mayor oferta institucional, por lo cual se consideran más competitivos.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La cercanía al SENA se calculó con base en isócronas debido a que determina la accesibilidad a los servicios que presta esta institución, pues su función operativa es ofertar formación a través de sus sedes, mientras que el ICA y Corpoica son entidades que prestan su servicio por demanda y su presencia es indispensable para acceder a ellos.</p> <p>La información utilizada para la variable organizaciones gremiales o de base del sector proviene del gremio y puede variar en el corto plazo, según las actualizaciones periódicas que se realicen.</p> <p>Para los municipios de los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guainía y San Andrés no hay reporte de la variable de desempeño fiscal. Estos municipios fueron agrupados en la categoría (A3), en consideración a su baja actividad fiscal con relación a los recursos del Sistema General de Participaciones del país.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 5,0 %		

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El criterio se construyó a partir de la sumatoria de las variables que lo componen. Las variables califican los municipios y las áreas geográficas, según categorías de aptitud competitiva (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud se asignó un valor, así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Dos de las variables poseen solo dos rangos, en consideración a que responden a municipios con sede de las entidades ICA y Corpoica que pertenecen a una mayor aptitud A1 por la facilidad de acceso a la oferta institucional; los demás municipios se consideran en aptitud baja (A3) por su ubicación distante del acceso a los servicios que ofrecen ICA y Corpoica.

Usando un árbol de decisión se procedió a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agruparon en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja) como se presentan en el siguiente cuadro:

Criterio	Aptitud		
	A1	A2	A3
Institucionalidad y asociatividad	Municipios con sumatoria de aptitud ≥ 14	Municipios con sumatoria de aptitud entre 9 y 13	Municipios con sumatoria de aptitud ≤ 8

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

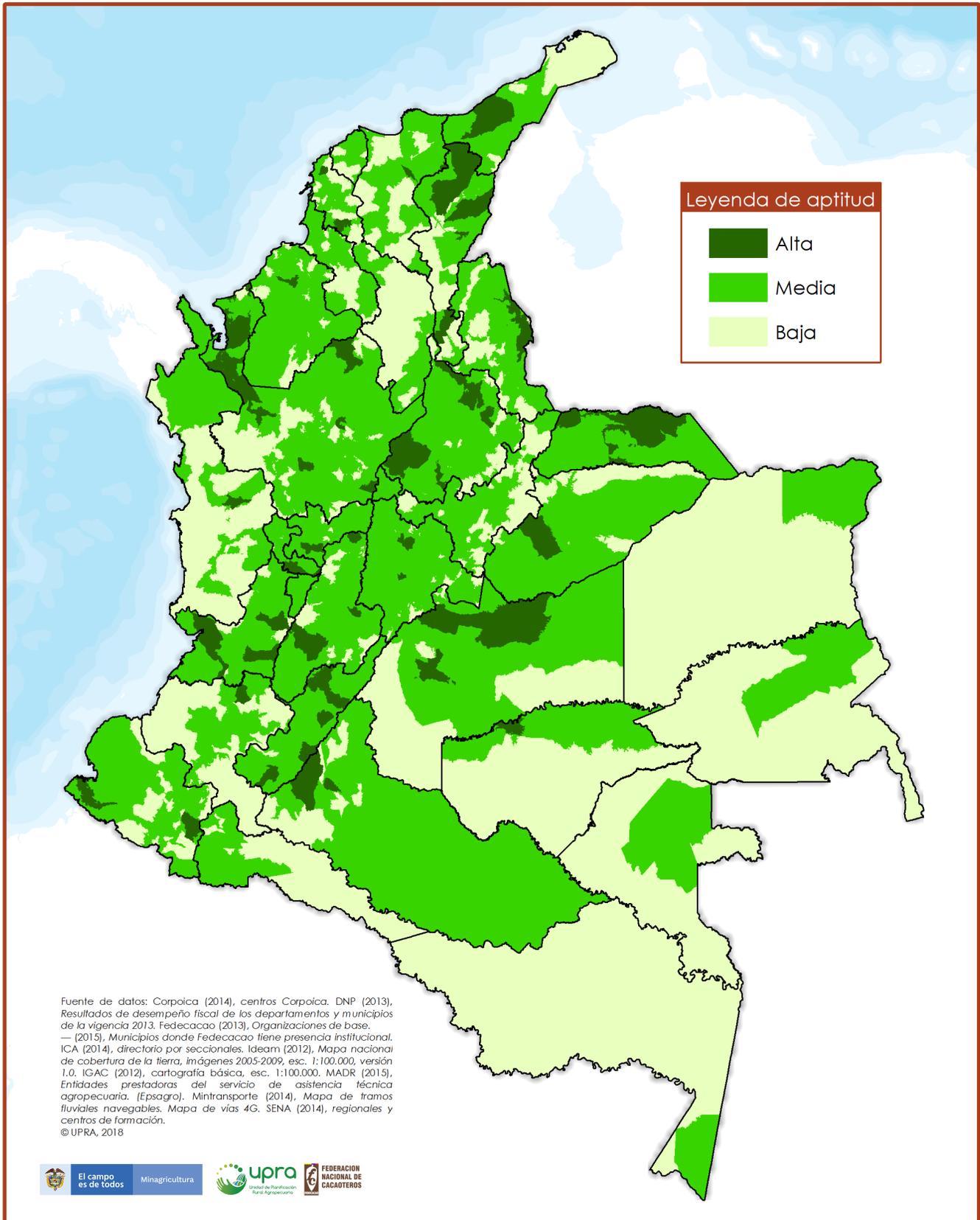
Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Desempeño fiscal	Índice de competitividad (IC)	IC $\geq 0,655$	IC $> 0,476$ e IC $< 0,655$	IC $\leq 0,476$
	Promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio	$\geq 70,02$ y $\leq 90,73$	$\geq 60,00$ y $< 70,02$	$\geq 33,23$ y $< 60,00$
Cercanía al SENA	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la sede del SENA más cercana	≤ 2 horas	> 2 horas y ≤ 5 horas	> 5 horas
Presencia del ICA	Área de influencia, calculada con base en la presencia de sedes del ICA en el municipio	Con sede	-	Dentro del área de influencia institucional sin sede
Presencia de Corpoica	Área de influencia, calculada con base en la presencia de sedes de Corpoica en el municipio	Con sede	-	Dentro del área de influencia institucional sin sede
Organizaciones gremiales o de base del sector	Área de influencia, con base en la presencia de organizaciones gremiales o de base en el municipio	Con organizaciones gremiales o de base	Con organizaciones gremiales o de base	-
Extensión y asistencia técnica sectorial	Número de organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria en el municipio	Con organizaciones gremiales o de base	Con organizaciones gremiales o de base	Sin presencia de extensión y asistencia técnica sectorial

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Corpoica. (2014). Centros Corpoica.
- DNP. (2013). *Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2009-2013*.
- Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia (Fedecacao). (2013). *Organizaciones de base de cacaoteros*.
- -. (2015). *Cobertura de Unidades Técnicas de Fedecacao*.
- ICA. (2014). Directorio por seccionales.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2015). Registros de entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro). Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria.
- Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.
- SENA. (2014). Regionales y centros de formación.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Corpoica (2014), centros Corpoica. DNP (2013), Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013. Fedecacao (2013), Organizaciones de base. — (2015), Municipios donde Fedecacao tiene presencia institucional. ICA (2014), directorio por seccionales. Ideam (2012), Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, esc. 1:100.000, versión 1.0. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. MADR (2015), Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria, (Epsagro). Mintransporte (2014), Mapa de tramos fluviales navegables. Mapa de vías 4G. SENA (2014), regionales y centros de formación. ©UPRA, 2018



El campo es de todos

Minagricultura



CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.7.1. Variable desempeño fiscal

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: DESEMPEÑO FISCAL	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Medición global del resultado fiscal alcanzado por cada municipio anualmente, a partir de la agregación de indicadores de gestión financiera como autofinanciación de los gastos de funcionamiento, respaldo del servicio de la deuda, dependencia de las transferencias de la nación y las regalías (SGR), generación de recursos propios, magnitud de la inversión y capacidad de ahorro.</p> <p>El DNP(2013) define estos indicadores así:</p> <p>Autofinanciación de los gastos de funcionamiento: medida de la proporción de los recursos de libre destinación asignados al pago de nómina y gastos generales de operación de la administración central de los municipios.</p> <p>Respaldo del servicio de la deuda: proporción de los ingresos disponibles que están respaldando el servicio de la deuda.</p> <p>Dependencia de las transferencias de la nación y las regalías (SGR): medida de la importancia de estos recursos en relación con el total de fuentes de financiación del municipio.</p> <p>Generación de recursos propios: refleja el peso relativo de los ingresos tributarios en el total de ingresos corrientes, lo que evidencia el esfuerzo fiscal de las entidades territoriales para generar rentas tributarias propias.</p> <p>Magnitud de la inversión: permite cuantificar el grado de inversión que hace la entidad territorial respecto del gasto total (entiéndase como inversión la formación bruta de capital fijo y la social).</p> <p>Capacidad de ahorro: medida de la solvencia que tienen los municipios para generar excedentes propios que se destinen a inversión, complementariamente al uso de transferencias de la nación y las regalías.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la sostenibilidad financiera del municipio, lo cual tiene un impacto sobre la oferta institucional. Municipios con mayores índices de desempeño fiscal tienen mayores posibilidades de inversión en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, lo cual favorece la competitividad del cultivo.</p> <p>Existe una relación directa entre el desempeño fiscal y la aptitud competitiva del municipio.</p>		

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).

Índice de competitividad (IC) Promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio	Aptitud
$IC \geq 0,655$ $\geq 70,02$ y $\leq 90,73$	A1
$IC > 0,476$ e $IC < 0,655$ $\geq 60,00$ y $< 70,02$	A2
$IC \leq 0,476$ $\geq 33,23$ y $< 60,00$	A3

En consideración a los estadígrafos de la variable para el periodo de análisis 2009-2013, del total de los municipios evaluados (1101), el 21 % se clasifican como solventes y sostenibles; el 62 %, como vulnerables, y el 17 %, como en deterioro y riesgo. Ejemplos de estos municipios por categoría son: en la primera categoría, Rionegro (Antioquia), Monterrey (Casanare) y Nobsa (Boyacá); en la segunda categoría, Zetaquirá (Boyacá), Pacho (Cundinamarca) y Santo Domingo (Antioquia); y, en la tercera, Contadero (Nariño), Río Iró (Chocó) y Albania (Caquetá).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

Para los municipios de los departamentos de Amazonas, Vaupés, Guainía y San Andrés no hay reporte de la variable de desempeño fiscal. Estos municipios fueron agrupados en la categoría (A3), en consideración a su baja actividad fiscal con relación a los recursos del Sistema General de Participaciones del país.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DNP (2013). Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2009-2013.

2. Precisiones de la información

El índice de desempeño fiscal (IDF) expresa el estado actual de los municipios con relación a la responsabilidad en el manejo de las decisiones financieras. Este indicador clasifica los municipios según su nivel de desempeño, así: solvente ($IDF \geq 80$), sostenible ($IDF \geq 70$ y < 80), vulnerable ($IDF \geq 60$ y < 70), riesgo ($IDF \geq 40$ y < 60) y deterioro ($IDF < 40$).

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calculó el promedio anual para los años 2009-2013 del índice de desempeño fiscal por municipio.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tienen el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I - MÍN) / (MÁX - MÍN)$;

Donde

I : valor de la variable en el municipio objeto del IC.

$MÍN$: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

$MÁX$: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

De acuerdo con la clasificación de los municipios mediante el índice de desempeño fiscal (IDF), estos se agruparon dentro de las categorías de aptitud competitiva así: A1 (solvente y sostenible), A2 (vulnerable) y A3 (deterioro y riesgo).

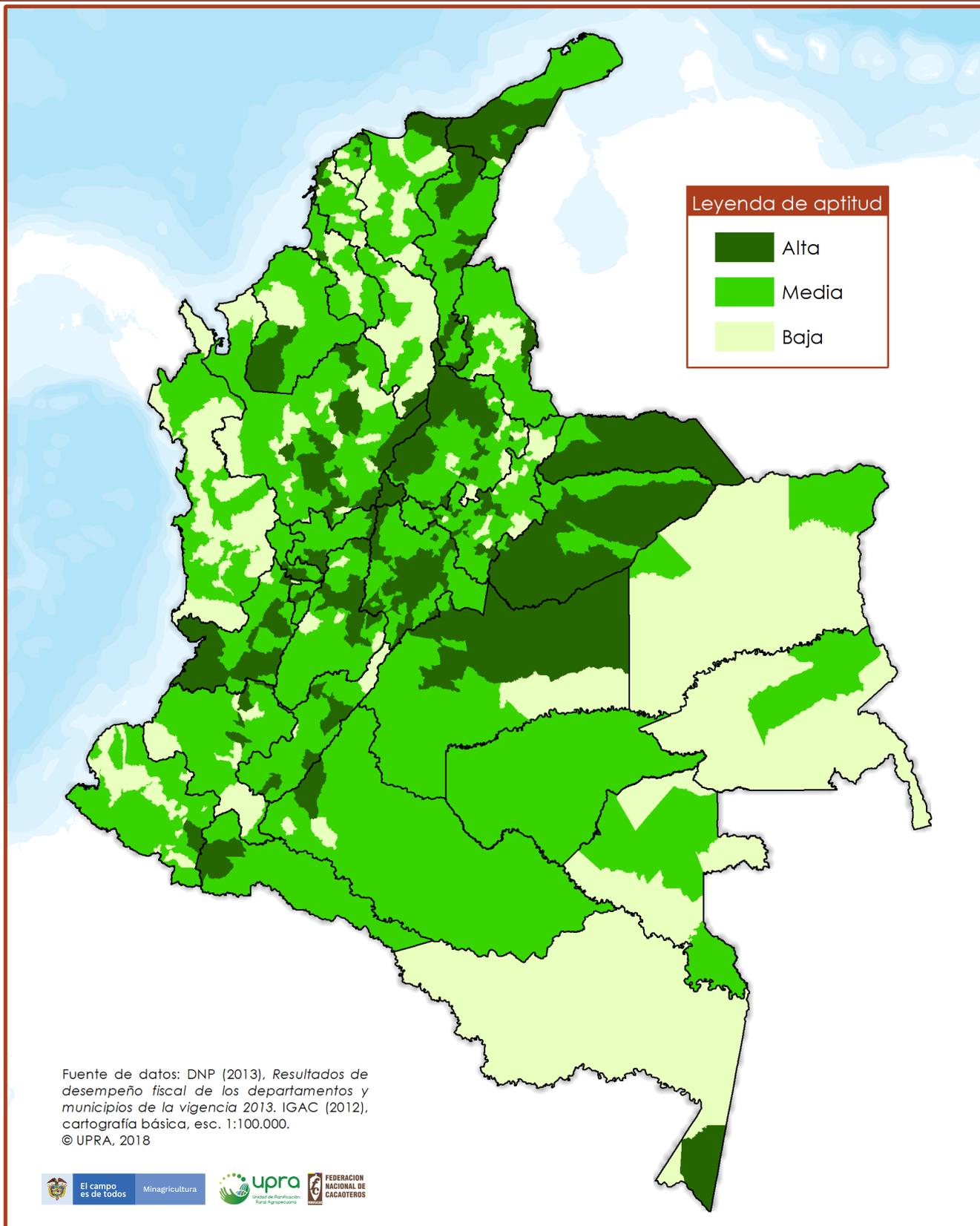
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2013). *Desempeño fiscal de los departamentos y municipios 2009-2013*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE DESEMPEÑO FISCAL
CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.7.2. Variable cercanía al SENA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE									
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO								
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO									
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD									
VARIABLE: CERCANÍA AL SENA	UNIDAD DE MEDIDA: Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la sede del SENA más cercana.								
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica								
	Análisis jerárquico	√							
	Exclusión legal								
	Condicionante								
DEFINICIÓN									
<p>Facilidad con la que se puede alcanzar en el territorio el centro más cercano del SENA, que ofrece programas de formación profesional integral para la incorporación y el desarrollo de personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país (SENA, 2013). Sintetiza sus oportunidades de contacto e interacción.</p> <p>Para efectos de la zonificación, la variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta la sede del SENA más cercana.</p>									
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE									
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta educativa del Estado para la transferencia de conocimientos, capacitación o formación profesional orientados al desarrollo y el fortalecimiento de habilidades y competencias de la mano de obra asociada a la cadena productiva del cacao.</p> <p>Áreas geográficas más cercanas a los centros de formación del SENA tienen mayor probabilidad de brindar acceso a formación técnica y tecnológica a quienes participan en el desarrollo de la cadena productiva del cacao y, por lo tanto, se consideran más competitivas.</p> <p>Personal capacitado tendrá un mejor desempeño en el desarrollo de las actividades requeridas por la cadena productiva, lo cual se traduce en un aumento de la competitividad del cultivo.</p>									
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO									
<p>Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta la sede del SENA más cercana: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la sede del SENA más cercana</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 2 horas</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>> 2 horas y ≤ 5 horas</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>> 5 horas</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>		Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la sede del SENA más cercana	Aptitud	≤ 2 horas	A1	> 2 horas y ≤ 5 horas	A2	> 5 horas	A3
Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la sede del SENA más cercana	Aptitud								
≤ 2 horas	A1								
> 2 horas y ≤ 5 horas	A2								
> 5 horas	A3								
<p>Los 71 centros de formación están ubicados principalmente en las capitales departamentales y otras ciudades principales del país. La región andina muestra mayor aptitud competitiva, mientras que regiones como la Orinoquía y Amazonia tienen menor aptitud.</p>									
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE									
<p>No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.</p>									

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- IGAC (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.
- SENA (2014). Regionales y centros de formación.

2. Precisiones de la información

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de centros de formación del SENA en los municipios. La metodología de isócronas empleada por la UPRA involucra todos los tipos de vías terrestres y 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. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta los centros del SENA. Se definieron tres categorías de aptitud competitiva: áreas geográficas de los municipios con centros de formación SENA que se encuentren a menos de dos horas de distancia del mismo se consideran con aptitud alta (A1); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de dos y hasta cinco horas de los centros de formación del SENA se clasificaron en aptitud media (A2); áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de cinco horas de distancia del SENA se clasificaron en aptitud baja (A3). Estas áreas geográficas, aunque distantes y de difícil acceso a centros de formación SENA, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

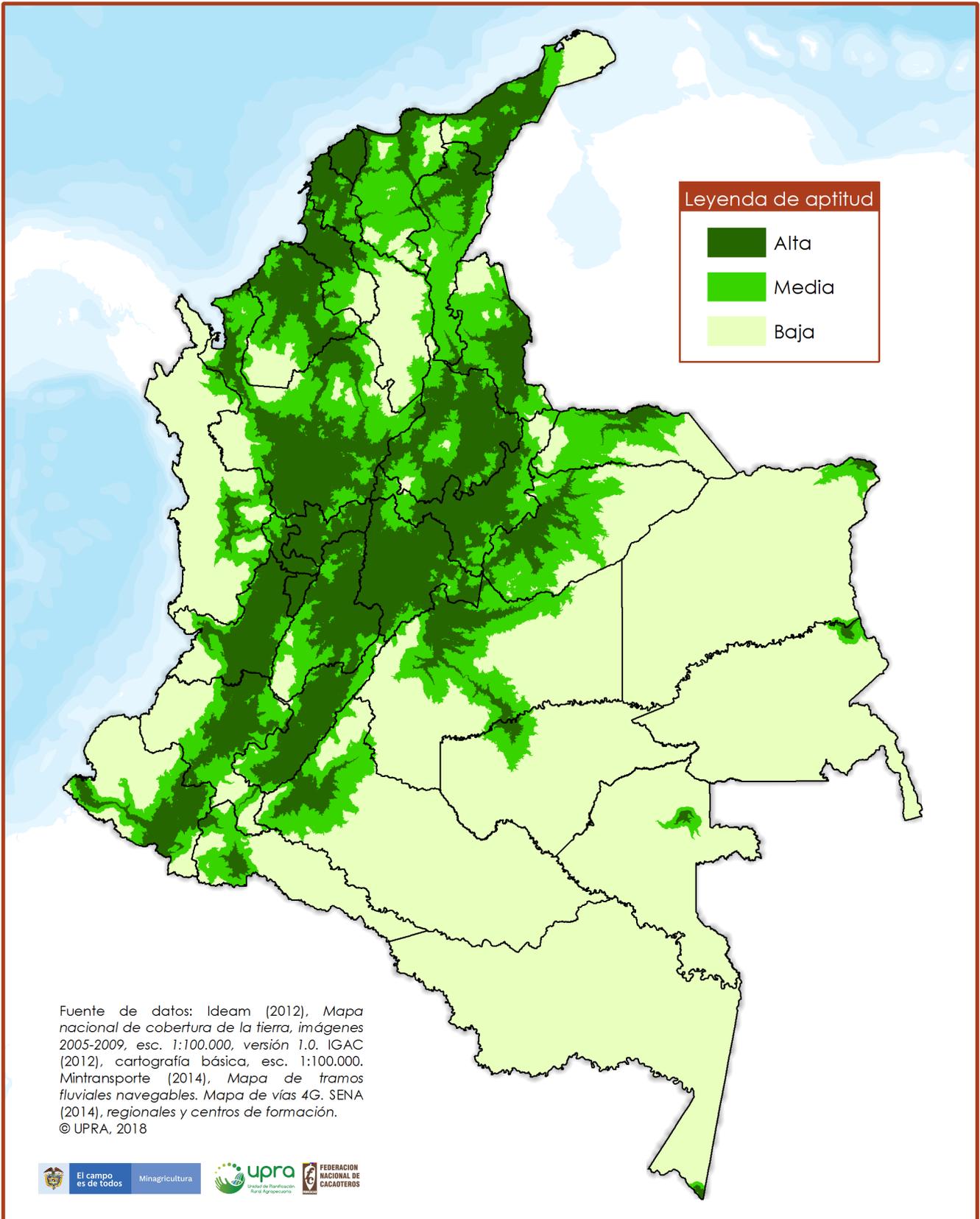
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte. (2014). Tramos de red vial nacional y departamental.
- SENA. (2013). Objetivos y funciones.
- -. (2014). Regionales y centros de formación.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE CERCANÍA AL SENA
CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.7.3. Variable presencia del ICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: PRESENCIA DEL ICA	UNIDAD DE MEDIDA: Área de influencia (calculada con base en la presencia de sedes del ICA en el municipio).	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Existencia del ICA, cuya función es elevar el estatus sanitario para mejorar las condiciones de inocuidad de la producción agroalimentaria nacional, aumentar la competitividad de las actividades agropecuarias y obtener admisibilidad sanitaria en los mercados internacionales (ICA, 2008).</p> <p>Área de influencia: zona geográfica hasta donde se manifiesta el accionar de la institución.</p>		



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 inocuidad de la producción agropecuaria. El control y manejo de plagas ayuda a reducir las pérdidas en la producción del cultivo comercial de cacao.

Municipios con presencia de sedes del ICA tienen mayor probabilidad de brindar acceso a los servicios de la institución para quienes participan en el desarrollo de la cadena productiva del cacao y, por lo tanto, se consideran más competitivos.

Productores con posibilidades de acceso a la asesoría para el manejo y control fitosanitario y demás servicios de la institución para sus cultivos pueden obtener mayores productividades, lo cual se traduce en un cultivo más competitivo.

VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta) y A3 (baja).

Presencia de sedes del ICA en el municipio	Aptitud
Con sede	A1
Rango no considerado, en razón a que el área de influencia de la institución es todo el territorio nacional	A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- ICA (2014). Directorio por seccionales.

2. Precisión de la información.

Para la espacialización se tomó como referente la existencia de sedes del ICA en los municipios.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta únicamente dos categorías de aptitud competitiva: municipios con oficina seccional o local del ICA se clasifican en aptitud alta (A1), mientras que los municipios sin sede del ICA se consideran con baja aptitud competitiva (A3), dado que la institución tiene influencia en todo el territorio nacional.

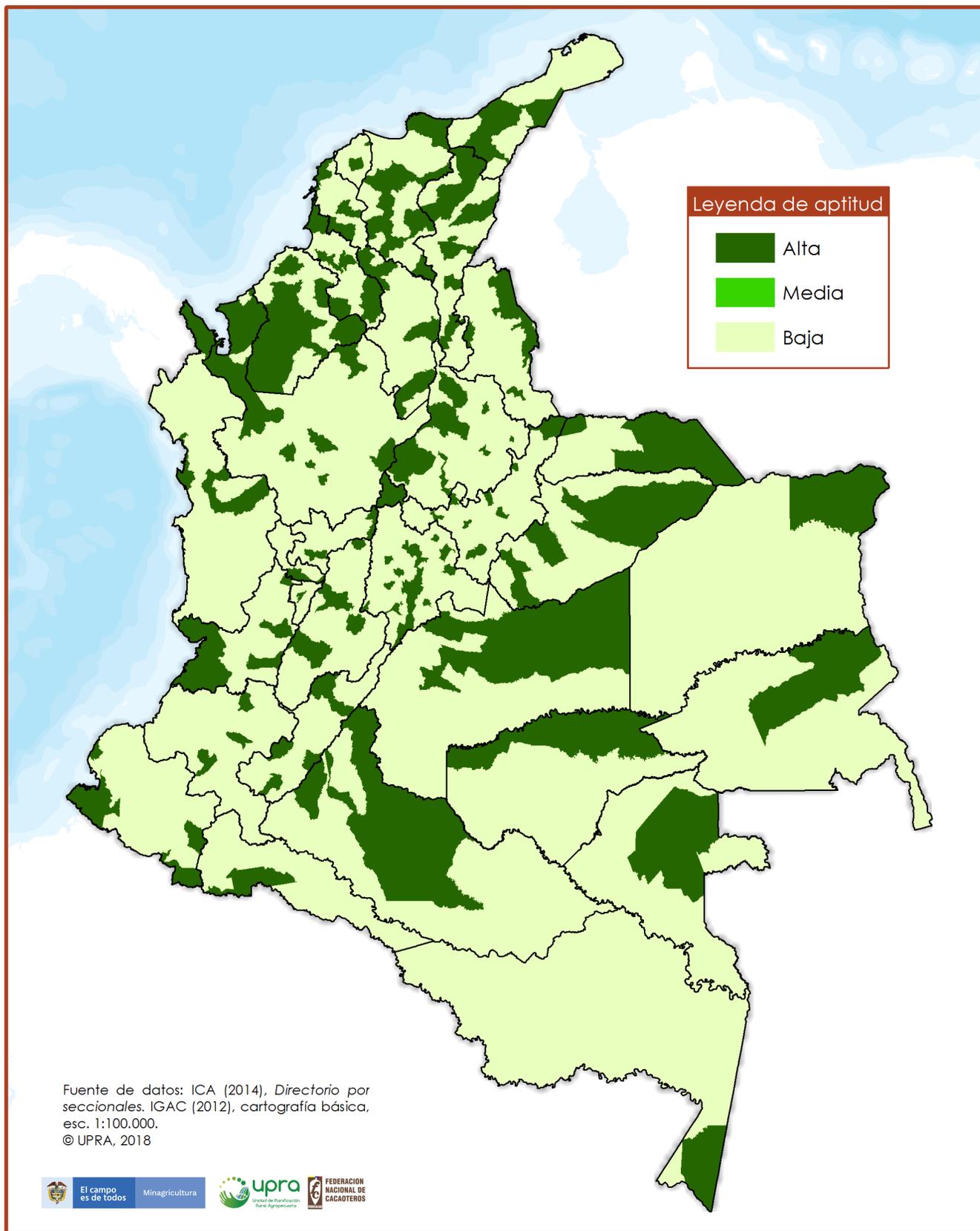
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- ICA. (2008). Decreto 4765 del 18 de diciembre de 2008. Por medio del cual se modificó la estructura del ICA.
- . (2014). Directorio por seccionales.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

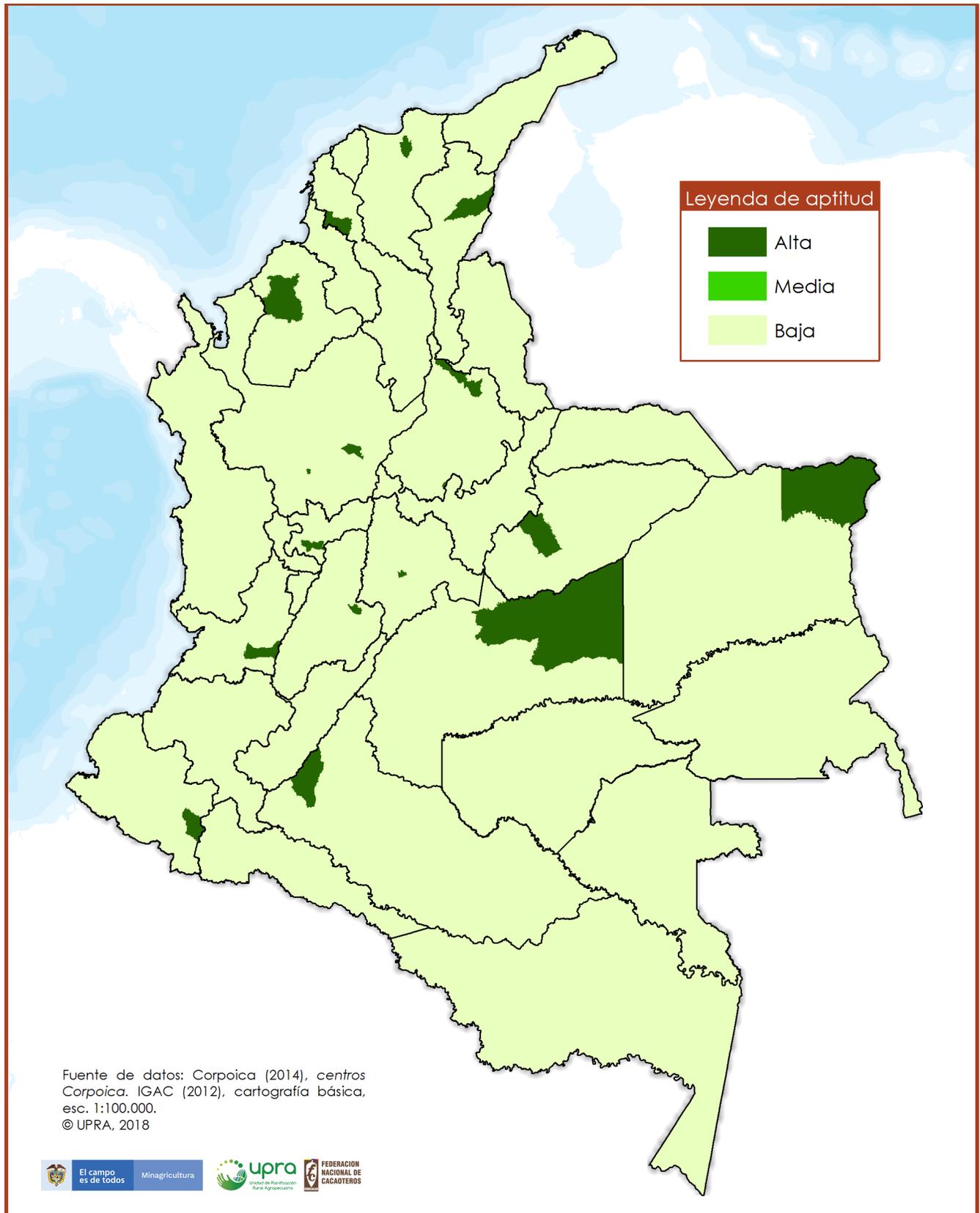


VARIABLE PRESENCIA DEL ICA
CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.7.4. Variable presencia de Corpoica

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: PRESENCIA DE CORPOICA	UNIDAD DE MEDIDA: Área de influencia (calculada con base en la presencia de sedes de Corpoica en el municipio).	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Existencia de Corpoica, cuya función es desarrollar y ejecutar actividades de investigación, tecnología y transferencia de procesos de innovación tecnológica al sector agropecuario (Corpoica, 2015).		
Área de influencia: zona geográfica hasta donde se encuentra el accionar de la institución.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional asociada a la innovación y transferencia de conocimiento, y las tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad del cultivo de cacao.</p> <p>Municipios con presencia de sedes de Corpoica tienen mayor probabilidad de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para mejorar los procesos productivos del cultivo de cacao y, por lo tanto, se consideran más competitivos.</p> <p>Productores con posibilidades de acceso a conocimientos y desarrollos tecnológicos para el manejo de sus cultivos pueden obtener mayores productividades, lo cual se traduce en un cultivo más competitivo.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta) y A3 (baja).		
Presencia de sedes del ICA en el municipio		Aptitud
Con sede		A1
Rango no considerado, en razón a que el área de influencia de la institución es el territorio nacional		A3
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
<ol style="list-style-type: none"> Información <ul style="list-style-type: none"> Corpoica (2014). Centros Corpoica. Precisión de la información <p>Para la espacialización se tomó como referente la existencia de sedes de Corpoica en los municipios.</p> Clasificación de los municipios por aptitud competitiva <p>Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta únicamente dos categorías de aptitud competitiva: los municipios con centro regional de Corpoica se clasifican en aptitud alta (A1) y los municipios sin sede (A3) se consideran con baja aptitud competitiva, dado que la institución tiene influencia en todo el territorio nacional.</p> 		
Unidad de análisis		Municipio.
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Corpoica (2015). Corpoica Más. -. (2014). Centros Corpoica. 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE PRESENCIA DE CORPOICA
CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.7.5. Variable organizaciones gremiales o de base del sector

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE										
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO									
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO										
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD										
VARIABLE: ORGANIZACIONES GREMIALES O DE BASE DEL SECTOR	UNIDAD DE MEDIDA: Área de influencia (con base en la presencia de organizaciones gremiales o de base en el municipio).									
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica									
	Análisis jerárquico	√								
	Exclusión legal									
	Condicionante									
DEFINICIÓN										
<p>Presencia e influencia de organizaciones gremiales o de base, como un indicador próximo a la existencia de redes sociales, de asociación o de cohesión social alrededor de proyectos de interés común.</p>										
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE										
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos respecto de la institucionalidad sectorial presente en el municipio, tanto gremial como de otras formas asociativas usadas por los productores cacaoteros.</p> <p>La institucionalidad sectorial es un aspecto relevante en la toma de decisiones sobre el 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 que pueden disponer recursos para la implementación de proyectos productivos y el desarrollo del sector en un municipio.</p> <p>Municipios donde la presencia e influencia de organizaciones gremiales o de base es mayor se consideran más competitivos, ya que ofrecen un mejor contexto a los nuevos productores cacaoteros para insertarse en la cadena productiva al facilitar el acceso a la gestión de recursos y beneficios que reducen los costos e incrementan las utilidades. La reducción de costos impacta la competitividad del cultivo.</p>										
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN										
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con categorías de aptitud competitiva: A1 (alta); A2 (media) y A3 (baja).</p>										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Presencia de organizaciones gremiales o de base en un municipio</th> <th>Aptitud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Con Fedecacao y organizaciones de base</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>Con organización de base o Fedecacao</td> <td>A2</td> </tr> <tr> <td>Rango sin organización gremial ni de base</td> <td>A3</td> </tr> </tbody> </table>			Presencia de organizaciones gremiales o de base en un municipio	Aptitud	Con Fedecacao y organizaciones de base	A1	Con organización de base o Fedecacao	A2	Rango sin organización gremial ni de base	A3
Presencia de organizaciones gremiales o de base en un municipio	Aptitud									
Con Fedecacao y organizaciones de base	A1									
Con organización de base o Fedecacao	A2									
Rango sin organización gremial ni de base	A3									
<p>Las unidades técnicas de Fedecacao se encuentran ubicadas en 18 municipios: Yacopí (Cundinamarca), Medellín y Apartadó (Antioquia), Chaparral (Tolima), Granada (Meta), Rionegro, Landázuri y San Vicente (Santander), Neiva, Gigante y Garzón (Huila), Cúcuta y El Carmen (Norte de Santander), Tumaco (Nariño), Saravena, Tame y Arauquita (Arauca) y Valledupar (Cesar).</p> <p>La unidad móvil de Fedecacao tiene una cobertura de 16 municipios que corresponden a cuatro departamentos: Bolívar, Chocó, Caquetá y Putumayo.</p> <p>Los departamentos con mayor número de organizaciones de base para el cultivo de cacao son Antioquia (17), Huila (10) y Santander (9).</p>										

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

La información fuente para la medición de la variable fue recopilada a través de Fedecacao. La información podría estar desactualizada y algunas de las organizaciones pueden haberse desintegrado o estar inactivas.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Fedecacao (2013). Organizaciones de base de cacaoteros.
- -. (2015). Cobertura de unidades técnicas.

2. Precisiones de la información

La información podría estar desactualizada; las organizaciones pueden haberse desintegrado o estar inactivas.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se verificó que las organizaciones de base en su totalidad correspondían al sector cacaotero hasta el año 2013 y se consideraron las coberturas de las unidades técnicas del gremio existente hasta junio de 2015.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Teniendo en cuenta que existen 274 municipios registrados en la cobertura de las unidades técnicas de Fedecacao y 57 organizaciones de cacaoteros, se definió la aptitud A1 con presencia de organización gremial y con organizaciones de base, A2 con presencia de una sola de ellas y A3 sin presencia del gremio ni organización de base.

Unidad de análisis

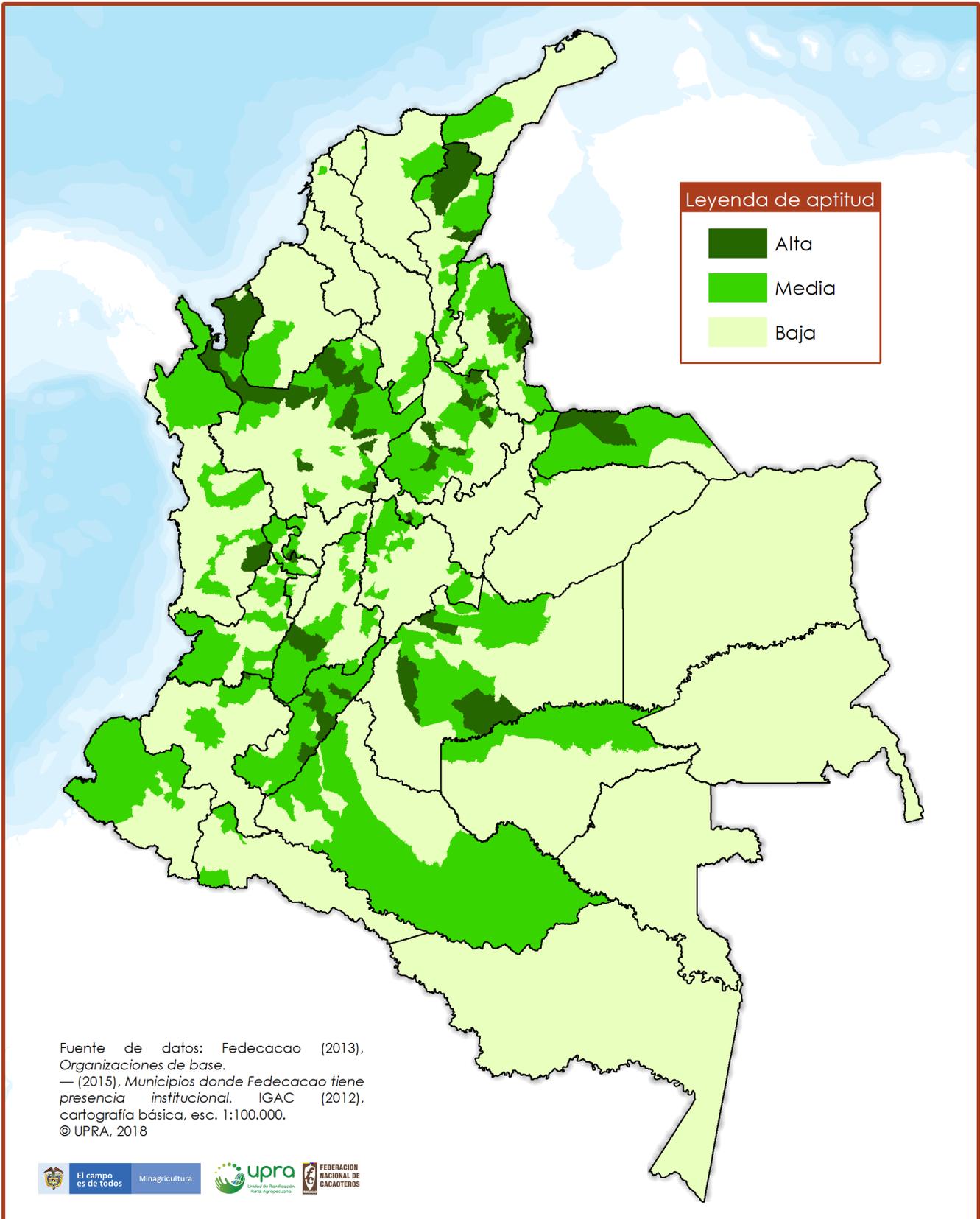
Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fedecacao. (2013). Organizaciones de base de cacaoteros.
- -. (2015). Cobertura de unidades técnicas de Fedecacao.



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente de datos: Fedecacao (2013), Organizaciones de base. — (2015), Municipios donde Fedecacao tiene presencia institucional. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. © UPRA, 2018



VARIABLE ORGANIZACIONES GREMIALES O DE BASE DEL SECTOR
CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.7.6. Variable extensión y asistencia técnica sectorial

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
VARIABLE: EXTENSIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA SECTORIAL	UNIDAD DE MEDIDA: Número de organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria en el municipio.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Existencia de entidades u organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria en el municipio, cuya función es articular y orientar acciones para el incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción, considerando la sostenibilidad ambiental.</p> <p>En término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al sector cacaotero.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la proximidad a ofertas de extensión y asistencia técnica sectorial orientadas al incremento de la productividad y competitividad de los sistemas locales de producción.</p> <p>Municipios con una mayor presencia de entidades que ofertan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria se consideran más competitivos. Allí, los agentes económicos tienen una mayor posibilidad de acceso a los conocimientos de las prácticas alternativas para mejorar los procesos productivos de un cultivo a partir de la extensión de adelantos tecnológicos acordes con los requerimientos específicos de las cadenas productivas, del desarrollo de capacidades de gestión y administración de los sistemas productivo y de la promoción de la asociatividad y construcción de canales de articulación con agroindustrias, mercados dinámicos y otras formas de transformación y comercialización de productos.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
Organizaciones que prestan servicios extensión y asistencia técnica agropecuaria en el municipio		Aptitud
Con Fedecacao		A1
Con Epsagro		A2
Sin organizaciones que presten servicios de existencia y asistencia técnica sectorial		A3

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE

No se identificaron limitantes.

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- Fedecacao (2015). Cobertura de unidades técnicas de Fedecacao.
- Minagricultura (2015). *Registros de entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro)*. Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria.

2. Precisión de la información

Para medir la presencia de organizaciones de extensión y asistencia técnica se tuvo en cuenta el número de unidades técnicas de Fedecacao con cobertura en los municipios, con base en la información suministrada por la entidad gremial. También se tuvieron en cuenta los directorios o los registros continuos de Epsagro que se llevan en las Secretarías Departamentales de Agricultura y en el Minagricultura.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer las categorías de aptitud se definieron así: municipios donde Fedecacao presta servicios de extensión y asistencia técnica, entendiendo que es la entidad representativa de la agremiación del sector (A1); municipios donde las Epsagro prestan servicios de extensión y asistencia técnica (A2); municipios sin Fedecacao ni Epsagro registradas en la Secretaría de Agricultura o en el Minagricultura que presten los servicios de extensión y asistencia técnica (A3).

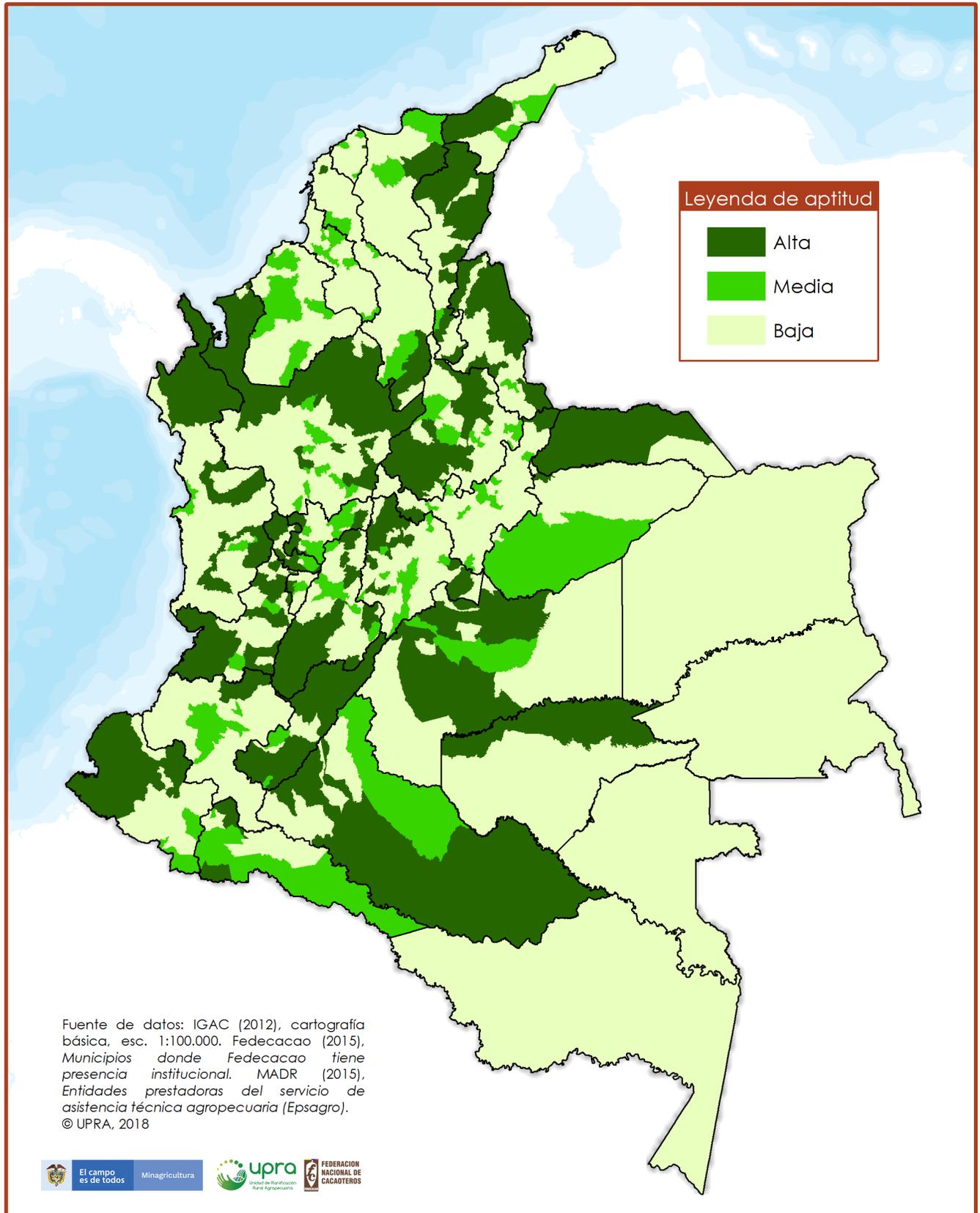
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Fedecacao. (2015). Cobertura de unidades técnicas de Fedecacao.
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2015). *Registros de entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro)*. Dirección de Innovación, Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE EXTENSIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA SECTORIAL
CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

3.8. CRITERIO CONDICIONES DE VIDA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO: CONDICIONES DE VIDA		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
Índice de pobreza multidimensional (IPM), expresado como el índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en los resultados del IPM para el año 2005 en el municipio.		
DEFINICIÓN		
<p>Conjunto de circunstancias materiales e inmateriales de la existencia y supervivencia de un individuo o grupo humano. Refleja el grado de desarrollo humano de la población perteneciente a un municipio analizado en relación al concepto de competitividad.</p> <p>Desarrollo humano: «Busca garantizar el ambiente necesario para que las personas y los grupos humanos puedan desarrollar sus potencialidades y así llevar una vida creativa y productiva conforme con sus necesidades e intereses [...] Para ampliar estas opciones es fundamental construir capacidades humanas. Las capacidades más básicas para el desarrollo humano son: llevar una vida larga y saludable, tener acceso a los recursos que permitan a las personas vivir dignamente y tener la posibilidad de participar en las decisiones que afectan a su comunidad» (PNUD, 2015).</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con mayor desarrollo humano cuentan con poblaciones más aptas para participar en las dinámicas socioeconómicas y, por lo tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.</p> <p>Existe una relación directa entre un mayor desarrollo humano en un municipio y la aptitud competitiva del mismo.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO		
<p>La aproximación a las condiciones de vida se hizo a partir del IPM municipal, calculado por el DNP con base en la información del censo general de población de 2005.</p> <p>El censo general de población de 2005 presentó omisiones censales superiores al 20 % en las zonas rurales de algunos municipios del país.</p> <p>El cálculo del IPM desde el 2012 lo realiza el DANE con base en la gran encuesta integrada de hogares, disponible solo a nivel nacional, departamental y grandes regiones.</p>		
VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO: 0,8 %		
METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN		
Debido a que el criterio comprende solo una variable, las categorías de aptitud competitiva de los municipios son equivalentes a las categorías de la variable.		

RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

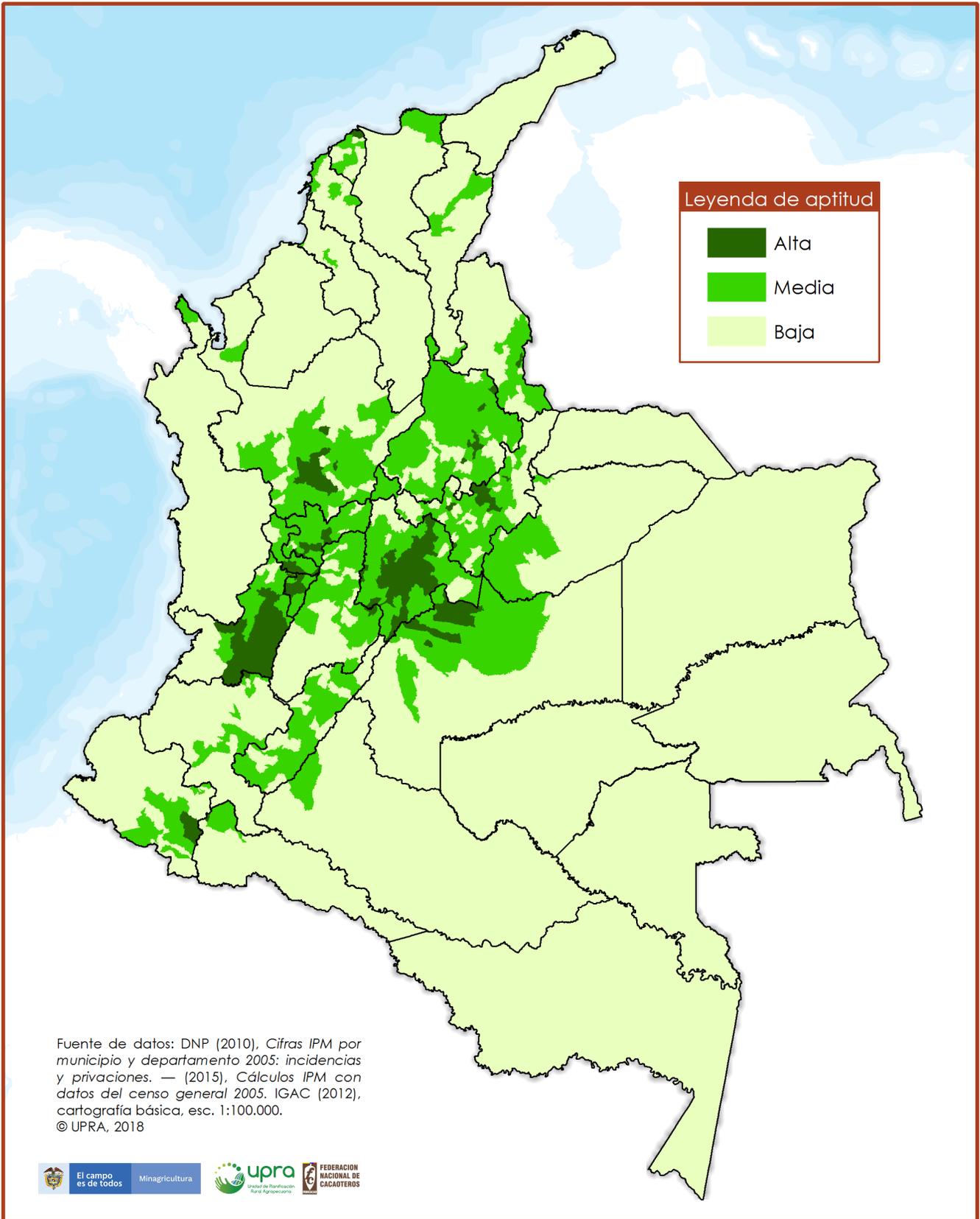
Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,46731	IC entre 0,22069 y 0,46731	IC < 0,22069
	Índice de pobreza multidimensional para el año 2005 en el municipio	IPM < 64	IPM entre 64 y 83	IPM > 83

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones. Cálculo DNP-SPSCV con datos del censo general 2005.*
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000.*
- PNUD. (2015). *Qué es el desarrollo humano.*



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



CRITERIO CONDICIONES DE VIDA

3.8.1. Variable índice de pobreza multidimensional (IPM)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECONÓMICO		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE VIDA		
VARIABLE: ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL (IPM)	UNIDAD DE MEDIDA: Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en los resultados del índice de pobreza multidimensional para el año 2005 en el municipio.	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	√
	Exclusión legal	
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
<p>Grado de privación de las personas en un conjunto de dimensiones. Es la combinación del porcentaje de personas consideradas pobres y de la proporción de dimensiones en las cuales los hogares son, en promedio, pobres (DNP, 2011).</p> <p>Permite observar patrones de pobreza distintos a los de la pobreza monetaria, al reflejar diversos conjuntos de privaciones. En Colombia, las cinco dimensiones que se utilizan para calcular el IPM son las condiciones educativas del hogar; las condiciones de la niñez y la juventud; el trabajo; la salud, y el acceso a servicios públicos domiciliarios y las condiciones de la vivienda.</p>		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a las capacidades de la población para integrarse a un proceso productivo. Aquellos municipios con menores IPM (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.</p> <p>Municipios con mayores IPM reflejan una menor competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado.</p> <p>El IPM presenta relación inversa con la aptitud competitiva del municipio.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN O RANGO DE EVALUACIÓN APLICADO		
<p>Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: A1 (alta), A2 (media) y A3 (baja).</p>		
<p>Índice de competitividad (IC) Índice de pobreza multidimensional (IPM) para el año 2005 en el municipio</p>		Aptitud
<p>IC > 0,46731 < 64</p>		A1
<p>IC entre 0,22069 y 0,46731 Entre 64 y 83</p>		A2
<p>IC < 0,22069 > 83</p>		A3
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
<p>El IPM municipal fue calculado por el DNP con base en la información del censo general de población de 2005.</p> <p>El censo de 2005 presentó omisiones censales superiores al 20 % en las zonas rurales de algunos municipios del país.</p> <p>El cálculo del IPM desde el 2012 lo realiza el DANE con base en la gran encuesta integrada de hogares, disponible solo a nivel nacional, departamental y grandes regiones.</p>		

METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

1. Información

- DNP (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones. Cálculo DNP-SPSCV, con datos del censo general, 2005.*

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.

Las 15 variables incorporadas en el cálculo del indicador son: bajo logro educativo, analfabetismo, inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, sin aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, pisos inadecuados, paredes exteriores inadecuadas y hacinamiento crítico.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Los datos de incidencia de la pobreza a nivel municipal (IPM) se ordenan de mayor a menor y se transforman mediante una normalización a una escala de valores de 0 a 1 o índice de competitividad.

4. Cálculo del indicador de la medición de la competitividad y rangos

El índice de competitividad es un valor numérico que compara las capacidades (expresadas en variables) de los municipios que tiene el potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo.

Se calcula como el valor absoluto de $IC = (I-MÁX)/(MÍN-MÁX)$

Donde:

I : valor de la variable en el municipio objeto del IC.

$MÍN$: valor mínimo existente de la variable en los municipios del país.

$MÁX$: valor máximo existente de la variable en los municipios del país.

El IC, para esta variable en cualquier municipio, toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva.

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definieron teniendo en cuenta la dispersión de los datos del IPM. Se consultaron el marco teórico y la línea base, se analizó la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calcularon la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

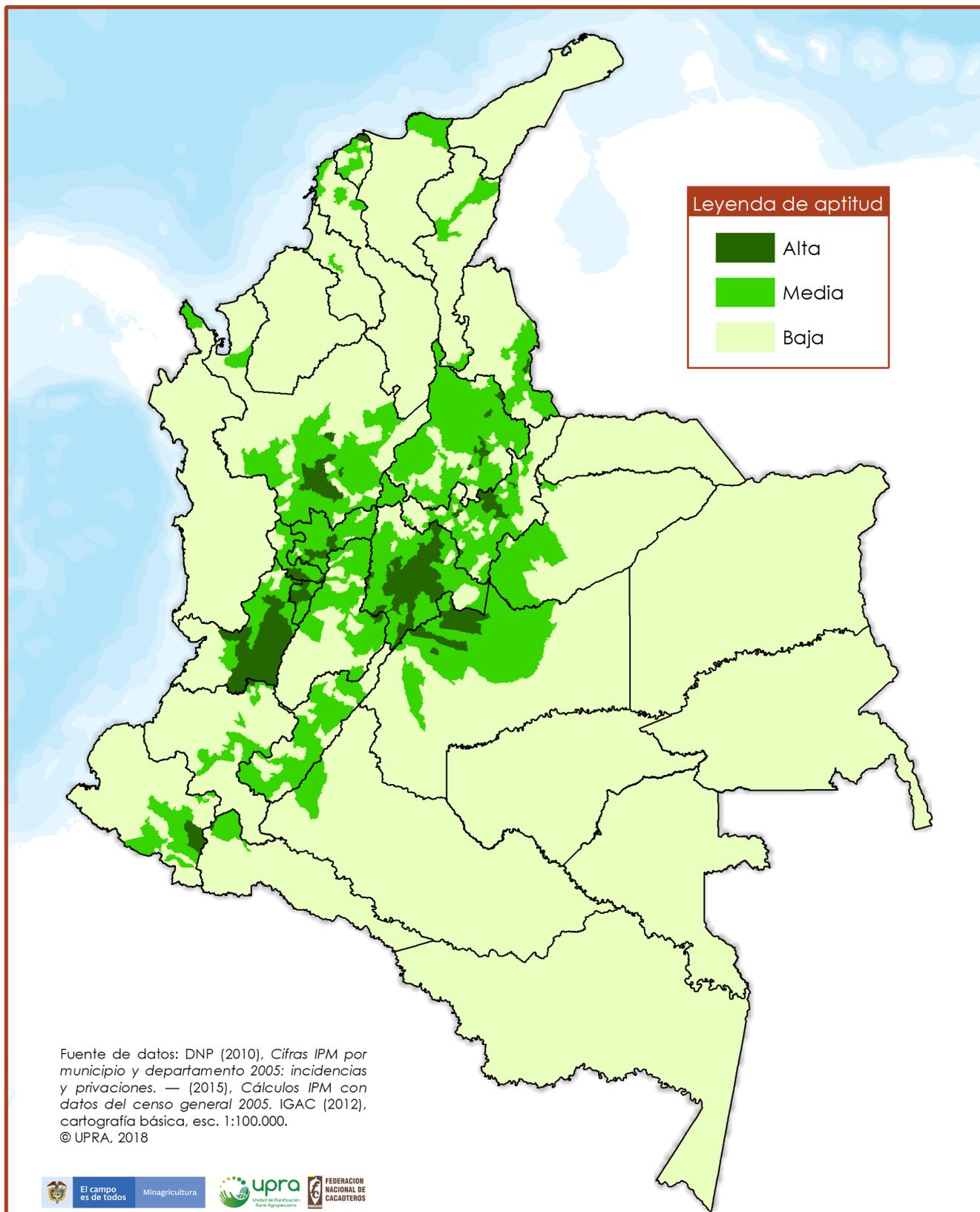
Unidad de análisis

Municipio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- DNP. (2010). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones. Cálculo DNP-SPSCV, con datos del censo general 2005.*
- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL (IPM)
CRITERIO CONDICIONES DE VIDA





4. CRITERIO EXCLUSIONES Y CONDICIONANTES



4.1. CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
COMPONENTE: SOCIOECOSISTÉMICO		
CRITERIO: EXCLUSIONES LEGALES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	√
	Condicionante	
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> • Áreas protegidas. • Ecosistemas estratégicos (páramos). • Áreas urbanas. 		
DEFINICIÓN		
Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas.		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Los aspectos legales e institucionales constituyen instrumentos indispensables para el logro de los objetivos que se pretende alcanzar con cualquier ejercicio de zonificación. Por lo tanto, es necesario considerar aquellos mecanismos técnicos, legales e institucionales con que cuenta el país, para definir las orientaciones legales con el fin de que una actividad agrícola se desarrolle.</p> <p>De acuerdo con lo anterior, se identifican las áreas en las cuales, por disposiciones legales, no es posible establecer cultivos comerciales de cacao; están dadas por los siguientes instrumentos normativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forman parte del Sinap, el cual 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 siguientes figuras: los parques nacionales naturales, el área natural única, las reservas naturales, los santuarios de fauna, los santuarios de fauna y flora, y la vía parque. • Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se consideran como un espacios geográficos en los que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Estas zonas, de propiedad pública o privada, se reservan para destinarlas al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales. • Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se consideran como espacios geográficos en los 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. • Ciudades capitales y cabeceras municipales: la Ley 388 de 1997 establece que los centros urbanos son aquellos espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada, por lo cual no pueden ser objeto de actividades agrícolas. • Áreas o sitios 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 están constituidas por sitios arqueológicos declarados en el país. Los sitios arqueológicos son considerados patrimonio cultural de la nación y deben ser salvaguardados, protegidos y conservados por el Estado, con el propósito de que sirvan de testimonio de la identidad cultural nacional, tanto en el presente como en el futuro (artículo 1.º, Ley 1185 de 2008). 		

Frente al tema de los humedales, 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 y disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada. Según la convención Ramsar, de protección de humedales, en su artículo número 1 del protocolo «define una zona húmeda o humedal como cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Ramsar, 1971).

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 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 los mismos. 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, de Agricultura y de Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigencia de la Ley 1450 de 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pusiera en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

«En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales [...] Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el Atlas de Páramos de Colombia del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada» (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1).

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

Los limitantes para las exclusiones legales deben abordarse para cada uno de las variables evaluadas, ya que cada una tiene características y elementos particulares que imposibilitan generalizar. Los limitantes están identificados en las fichas de las variables evaluadas.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

No aplica.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Análisis de las normas vigentes, revisión de las fuentes y obtención de la cartografía oficial de la información, la cual es base para la representación cartográfica de las variables y el criterio asociado.

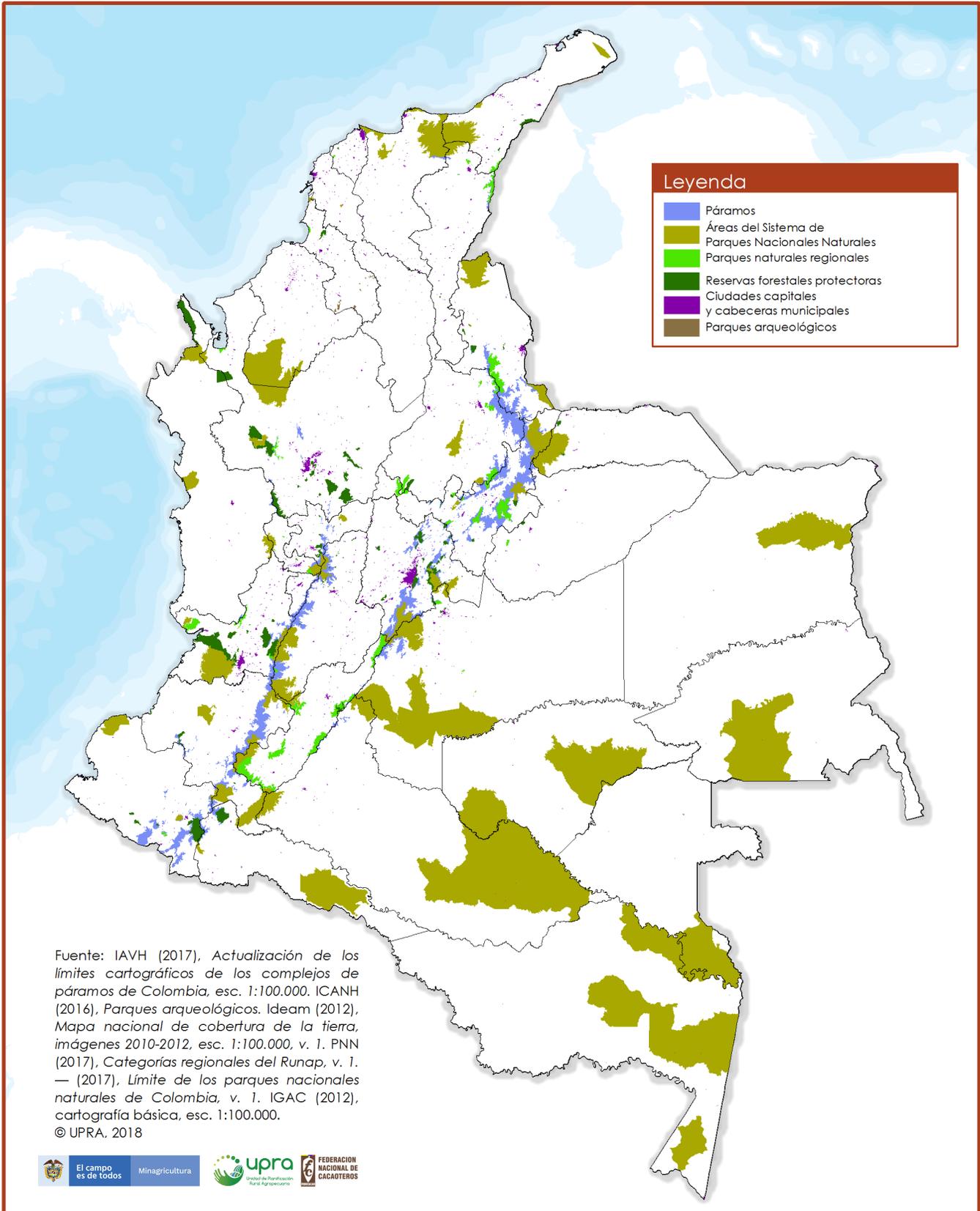
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

Las exclusiones legales determinan si una zona es apta legalmente o no lo es; por lo tanto, la aptitud refleja aquellas áreas que no están asociadas con normatividad que limite su uso.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Colombia. Congreso de la República de Colombia (2008). *Ley 1185 de 2008*.
- IAVH. (2012). *Áreas arqueológicas protegidas*. Bogotá: IAVH.
- -. (2016). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: IAVH.
- ICANH. (2013). *Parques arqueológicos*. Bogotá: ICANH.
- Ideam *et al.* (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*.
- Parques Nacionales Naturales (PNN). (2017). *Límite de los parques nacionales naturales de Colombia, versión 1 de 2014, escala 1:100.000*. Bogotá: PNN.
- -. (2012). *Categorías regionales del Runap. Versión 1*. Bogotá: PNN.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Leyenda

- Páramos
- Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales
- Parques naturales regionales
- Reservas forestales protectoras
- Ciudades capitales y cabeceras municipales
- Parques arqueológicos

Fuente: IAVH (2017), Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, esc. 1:100.000. ICANH (2016), Parques arqueológicos. Ideam (2012), Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, esc. 1:100.000, v. 1. PNN (2017), Categorías regionales del Runap, v. 1. — (2017), Límite de los parques nacionales naturales de Colombia, v. 1. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. © UPRA. 2018

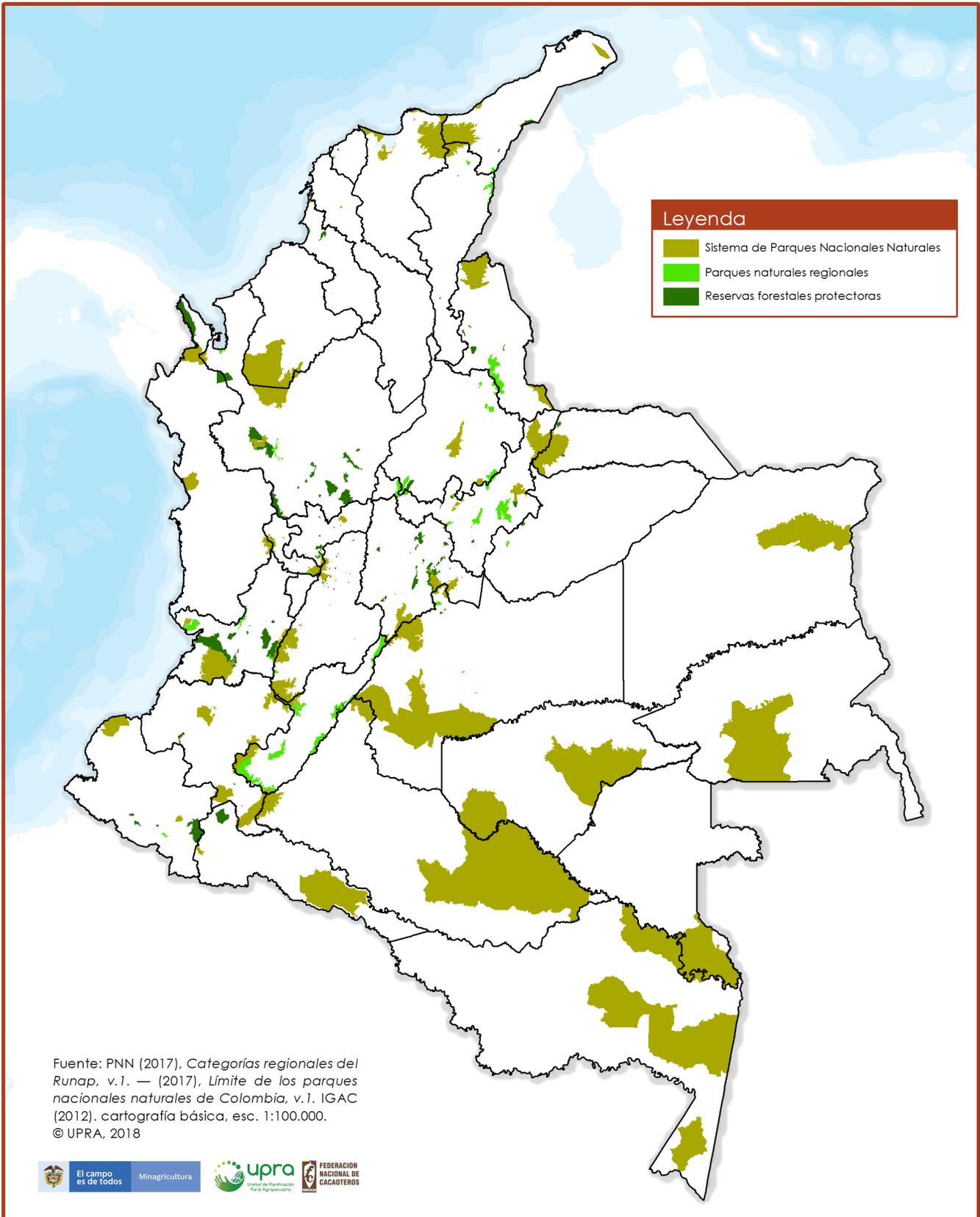


CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

4.1.1. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ÁREAS PROTEGIDAS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	√
DEFINICIÓN		
<p>Las áreas protegidas del Sinap constituyen el elemento central que contribuye a los objetivos de conservación de la biodiversidad en el país. Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de Parques Nacionales Naturales: 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, el área natural única, las reservas naturales, los santuarios de fauna, los santuarios de fauna y flora, y la vía parque. - Parque natural regional: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera como 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 destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute. - Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales. 		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao, 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.</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN		
<p>Por tratarse de una variable de exclusión normativa, los valores de aptitud corresponden a áreas protegidas (N2). Todas las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de esta capa son de exclusión legal.</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN		
<p>La capa utilizada está en actualización, con lo que la representación cartográfica no puede llegar a tener las últimas áreas protegidas declaradas en el país.</p>		
Unidad de análisis	Polígonos que comprenden las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales, el parque natural regional y las reservas forestales protectoras.	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> • Parques Nacionales Naturales (PNN). (2017). <i>Límite de los parques nacionales naturales de Colombia, versión 1 de 2014, escala 1:100.000</i>. Bogotá: PNN. • -. (2012). <i>Categorías regionales del Runap. Versión 1</i>. Bogotá: PNN. • MADS. (2010). <i>Decreto 2372 de 2010, «Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones»</i>. Bogotá: MADS. 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

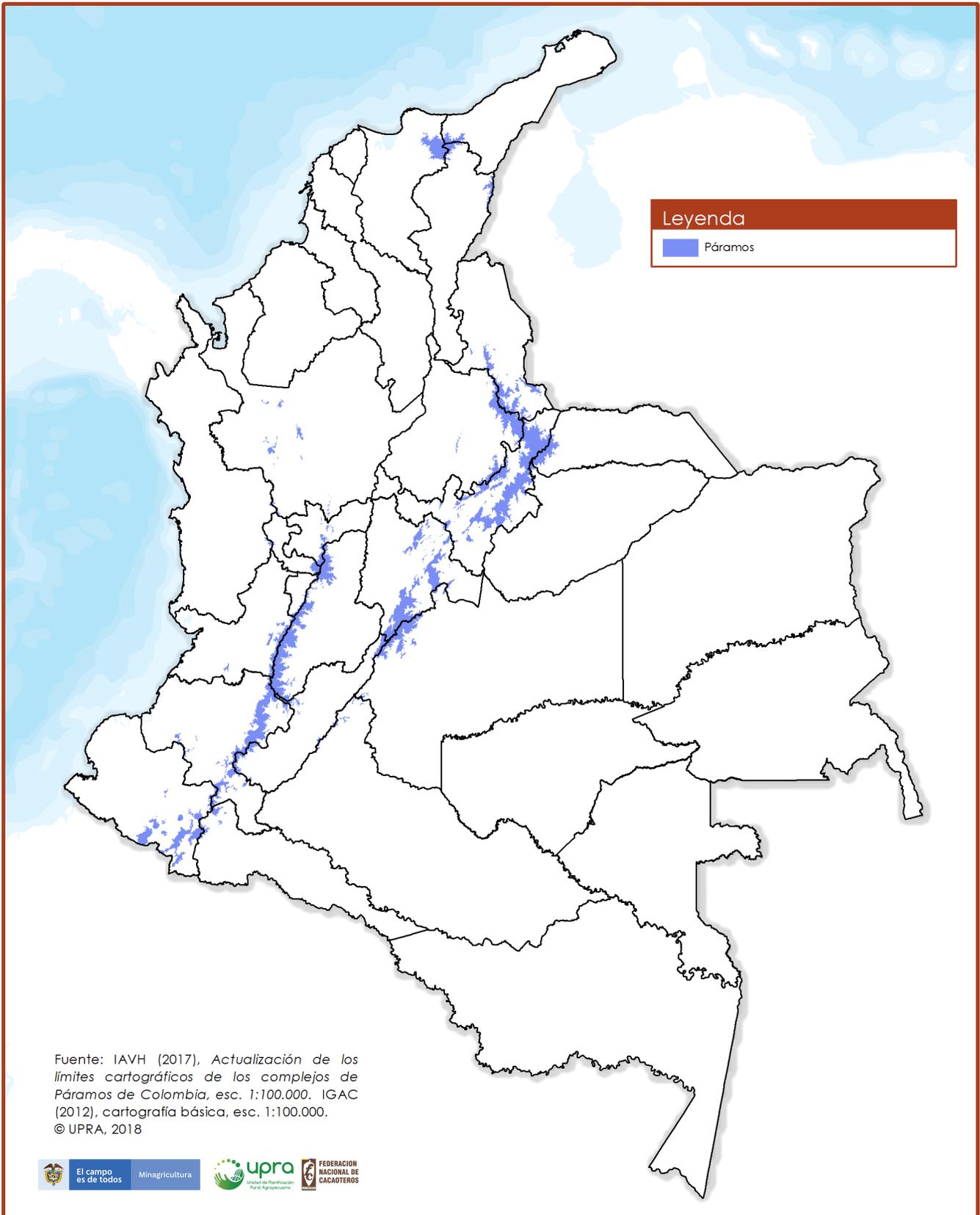


VARIABLE ÁREAS PROTEGIDAS
CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

4.1.2. Variable ecosistemas estratégicos (páramos)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS (PÁRAMOS)		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	√
DEFINICIÓN		
<p>Los ecosistemas estratégicos están constituidos por los ecosistemas de páramos y los humedales. Para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao, estos ecosistemas estratégicos se consideran como áreas excluidas, de acuerdo con la siguiente normatividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Convención Ramsar de protección de humedales: en su artículo 1 define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Ramsar, 1971). • Decreto 1640 de 2012: el cual plantea, en su artículo 2, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolo 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. • Providencia del 9 de marzo de 2015 del Consejo de Estado: establece que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, los títulos mineros y las 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 los mismos. 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, de Agricultura y de Minas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigencia de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pusiera en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental. • Ley 1450 de 2011: «En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales [...] Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía contenida en el Atlas de Páramos de Colombia del IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada» (artículo 202, parágrafo 1.º). 		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
<p>Estas zonas juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales, ecológicos o de otra índole; no se trata solo de áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad, a través de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas, o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).</p>		
VALOR DE EXCLUSIÓN		
<p>Por tratarse de una variable de exclusión normativa, los valores de aptitud corresponden a ecosistemas estratégicos (N2).</p>		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN		
<p>Los páramos delimitados corresponden al complejo de páramos, que abarcan grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Será fundamental actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos que deben realizar las autoridades ambientales regionales.</p>		
UNIDAD DE ANÁLISIS	Polígonos que comprenden las áreas de páramos y de humedales.	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> • IAVH. (2012). <i>Mapa de páramos, escala 1:100.000.</i> • IGAC. (2012). <i>Cartografía básica, escala 1:100.000.</i> • Márquez, G. (2003). <i>Ecosistemas estratégicos de Colombia.</i> Sociedad Geográfica de Colombia. 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

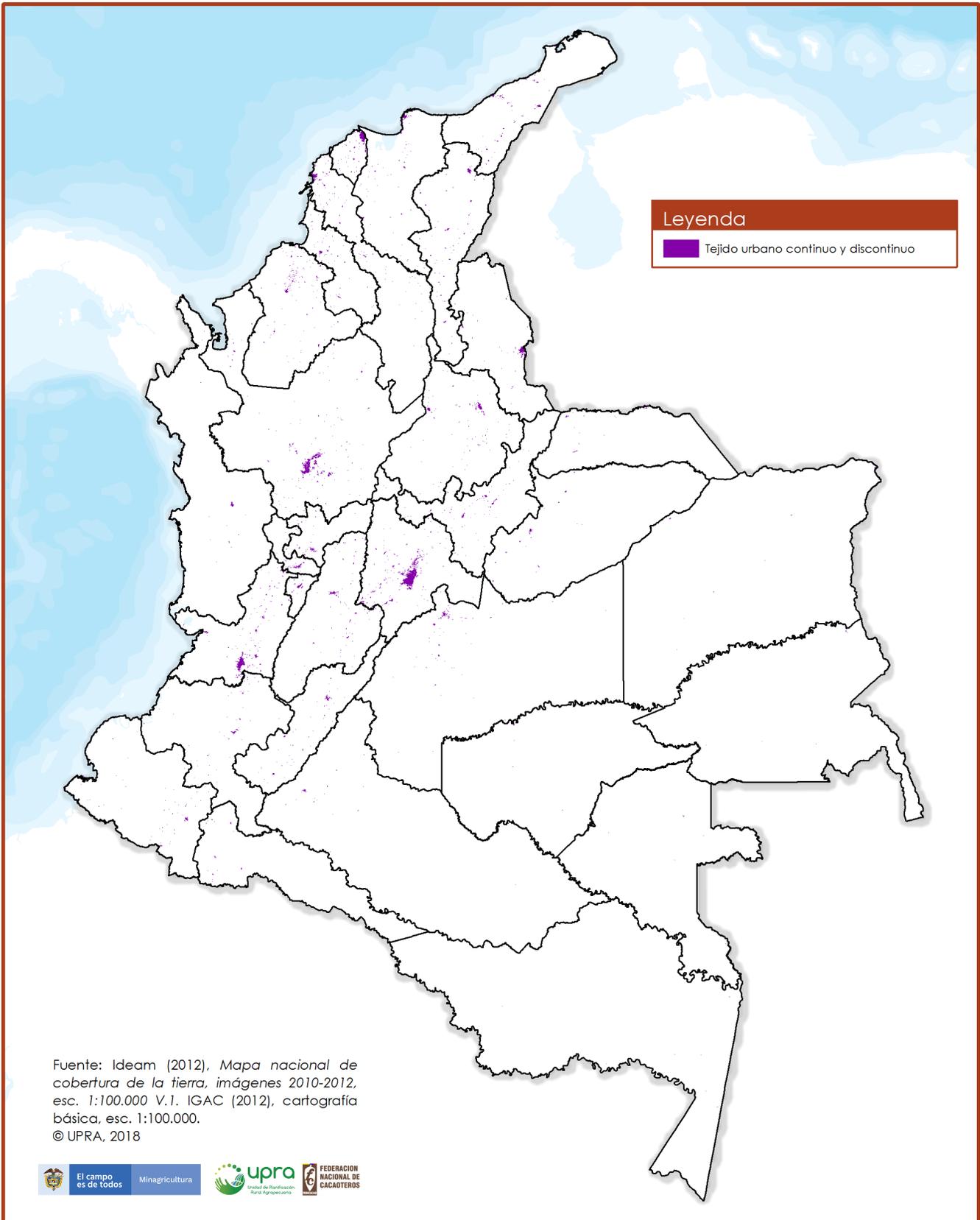


VARIABLE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS
CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

4.1.3. Variable áreas urbanas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: EXCLUSIONES LEGALES		
VARIABLE: ÁREAS URBANAS		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	√
	Condicionante	
DEFINICIÓN		
Espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.		
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE		
Posibilidad de identificar los centros urbanos y determinar que estas zonas del país no son aptas para la implementación de cultivos comerciales de cacao, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 388 de 1997.		
VALOR DE EXCLUSIÓN		
Por tratarse de una variable de exclusión normativa, los valores de aptitud corresponden a áreas urbanas (N2). Todas las ciudades capitales y cabeceras municipales de esta capa son excluyentes.		
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE		
Desactualización de la información, que proviene del mapa de cobertura de CLC para Colombia del año 2009.		
METODOLOGÍA DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN		
Se realiza la espacialización de la información referente a las áreas urbanas, en donde se identifican las ciudades capitales y cabeceras municipales. La base de la información es la base cartográfica del IGAC.		
UNIDAD DE ANÁLISIS	Ciudades capitales y cabeceras municipales.	
FUENTES DE INFORMACIÓN		
<ul style="list-style-type: none"> Ideam <i>et al.</i> (2010). <i>Mapa nacional de cobertura de la tierra. Imágenes 2005-2009</i>, escala 1:100.000. IGAC. (2012). <i>Cartografía básica</i>, escala 1:100.000. 		

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Leyenda
Tejido urbano continuo y discontinuo

Fuente: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012*, esc. 1:100.000 V.1. IGAC (2012), *cartografía básica*, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2018



VARIABLE ÁREAS URBANAS Y SUBURBANAS
CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

4.2. CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: CONDICIONANTES LEGALES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	√
VARIABLES ASOCIADAS AL CRITERIO		
<ul style="list-style-type: none"> • Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical). • Áreas protegidas. • Zonas de reserva forestal nacional. • Distinciones internacionales. • Áreas de interés cultural y social. 		
DEFINICIÓN		
<p>Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de cultivos de cacao con fines comerciales.</p>		
IMPORTANCIA DEL CRITERIO		
<p>Agrupar 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 legales 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.</p> <p>Los condicionantes legales están determinados por los siguientes instrumentos normativos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zonas de reserva forestal nacional: creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia. Si «por razones de utilidad pública e interés social es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquier otra actividad distinta del aprovechamiento racional de bosques, la zona afectada deberá, debidamente delimitada, ser previamente sustraída de la reserva» (Decreto Ley 2811 de 1974). <p>Según la Resolución 1275 de 2015 del MADS, «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la Reserva Forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959, y se toman otras determinaciones», como un caso de zonificación de reserva forestal nacional, las zonas de reserva se encuentran zonificadas como zonas tipo A, B y C, así:</p> <p>Zonas tipo A: 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.</p> <p>Zonas tipo B: aquellas caracterizadas 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.</p> <p>Zonas tipo C: aquellas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de 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.</p> <p>De acuerdo con esto, el análisis sugiere que en las zonas tipo B y C es posible establecer cultivos de carácter agroforestal y no es posible en las de tipo A. El parágrafo 1 del artículo 2 de la Resolución 1275 de 2015 consagra que «En todas las zonas antes mencionadas se podrán adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente».</p>		

No es claro entonces con la zonificación si es posible o no realizar actividades dentro de las reservas sin sustracción, siendo actividades compatibles con la descripción dada por cada tipo de zona, o cómo va a realizar el seguimiento el MADS al cambio de uso del suelo de la reserva. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, se considera pertinente dejar toda el área de la reserva como condicionante legal.

Existen actividades exentas de sustracción, de acuerdo con la Resolución 1274 de 2014 del Minambiente; los requisitos y el procedimiento de solicitud de sustracción están establecidos en la Resolución Minambiente 1526 de 2012.

- Sustracciones de reserva forestal nacional: de acuerdo con el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011, se facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y se otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada, es decir, las zonas sustraídas son solo para tal fin.
- Áreas de interés cultural y social: reconocen la importancia de la diversidad étnica y cultural, así como los derechos sociales, económicos y culturales de los habitantes de las regiones que figuran bajo las siguientes categorías:

Paisaje cultural cafetero: inscrito en la lista de patrimonio mundial de la Unesco el 25 de junio de 2011, ratificado por la Resolución 2079 de 2011, que establece, en el artículo 3, que el Estado debe «Velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales que ameritaron la inclusión del paisaje cultural cafetero en la lista de patrimonio mundial de la Unesco».

Territorios colectivos de comunidades negras: por medio de la Ley 70 de 1993, se reconocen las comunidades negras que han venido ocupando tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción y el derecho a la propiedad colectiva. Asimismo, establece mecanismos para la protección de la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras como grupo étnico y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizarles que obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad.

Zonas de reserva campesina (ZRC): la Ley 160 de 1994, en su artículo 80, define que son las áreas geográficas seleccionadas por la junta directiva del Incora, teniendo en cuenta las características agroecológicas y socioeconómicas regionales. En las ZRC, la acción del Estado tendrá en cuenta reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales, y las características de las modalidades de producción (UPRA, 2014). Las ZRC tienen por objeto fomentar y estabilizar la economía campesina, superar las causas de los conflictos sociales que las afecten y, en general, crear las condiciones para el logro de la paz y la justicia social en las áreas respectivas (Incora, Decreto 1777 de 1996). La normatividad determina que en las ZRC se formularán proyectos productivos agrosostenibles para su adecuada explotación y propiciarán su financiación, apoyo tecnológico, mercadeo y organización social (UPRA, 2014).

Es así como las ZRC se convierten en una figura novedosa en el ámbito rural y ambiental colombiano, ya que tienen el doble propósito de estabilizar la economía campesina —y con ello, buscar la estabilización de la frontera agrícola— y de preservar y conservar los recursos naturales y los ecosistemas en el interior y en el entorno de las mismas. Al pretender que los campesinos se conviertan en empresarios del campo, se busca vincular e integrar la producción agropecuaria y de productos de la biodiversidad a los mercados regionales, nacionales e internacionales. Esta propuesta se consolida en el desarrollo de las microempresas rurales, agroindustrias y otro tipo de organización campesina de producción, transformación y comercialización de los productos de las ZRC (UPRA, 2014).

Resguardos indígenas: la legislación está fundamentalmente integrada por la Ley 135 de 1961, la Ley 31 de 1967 (aprobatoria del convenio de la OIT de 1957) y la Ley de Nueva Reforma Agraria. La legislación colombiana garantiza a las comunidades indígenas su derecho al usufructo de los recursos naturales renovables de esos territorios, y con la participación y acuerdo de cada comunidad, desde 1987 se han nombrado inspectores indígenas de los recursos naturales de los resguardos (CIDH, s. f.).

El gobierno colombiano ratificó el Convenio 169 de la OIT de 1989, sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, por medio de la Ley 21 de 1991, comprometiéndose, entre otras cosas, a desarrollar acciones para proteger los derechos de estos pueblos y garantizar el derecho a su identidad, a través de medidas concretas que permitan salvaguardar tanto a las personas como sus instituciones, bienes, trabajo, cultura y medioambiente.

Concordante con la Constitución nacional, la Ley 99 de 1993 orgánica del Minambiente ordena que la explotación de los recursos naturales debe hacerse sin desmedro de la identidad cultural, social y económica de las comunidades indígenas y negras, y para este caso, el artículo 76 establece que las decisiones se toman previa consulta a los representantes de dichas comunidades, teniendo en cuenta que han desarrollado relaciones sociales, culturales y económicas con los recursos naturales. En este sentido, la Ley 99 de 1993 desarrolla el mandato constitucional y concreta la función del Estado en cuanto al reconocimiento de la participación y la protección de especial de los derechos, la integridad, la diversidad étnica y cultural, en el contexto ambiental de los proyectos (UPME, s. f.).

- **Distritos de manejo integrado (DMI):** 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. Los DMI tienen una zonificación, la cual debe ser previamente consultada si se desea desarrollar algún proyecto productivo dentro de estas zonas.
- **Distritos de conservación de suelos (DCS):** espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen su función aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, y 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. Estos DCS tienen una zonificación, la cual debe ser previamente consultada si se desea desarrollar algún proyecto productivo dentro de estas zonas.
- **Áreas de recreación:** 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. Las áreas de recreación tienen una zonificación, la cual debe ser previamente consultada si se desea desarrollar algún proyecto productivo dentro de estas zonas.
- **Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC):** parte o todo 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. Las RNSC tienen una zonificación, la cual debe ser previamente consultada si se desea desarrollar algún proyecto productivo dentro de estas zonas.
- **Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente:** por medio de la Resolución 1628 de 2015 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas. Esta es una acción estratégica que pretende «aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades. [...] con base en dichos estudios, Parques Nacionales Naturales ha identificado el portafolio de sitios en los cuales se avanza en la realización de los estudios y los procedimientos para su declaratoria como áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia. [...] dentro de tales sitios se encuentran las selvas transicionales de Cumaribo, el Alto Manacacías, la serranía de San Lucas, los bosques secos del Patía, la serranía del Perijá y las sabanas y humedales de Arauca».
- **Reservas de la biósfera, normatividad internacional:** áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos (como los parques nacionales), sino que pueden albergar a comunidades humanas, quienes viven de actividades económicas sustentables que no ponen en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente pero bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y el mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación.
- **Convención Ramsar:** la Ley 1450 de 2011 menciona, en el parágrafo 1 del artículo 2002, que en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de explotación de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales, con base en estudios técnicos, económicos y sociales y ambientales adoptados por el MAVDT o quien haga sus veces, destacando que los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades; no obstante, las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su respectivo plan de manejo, en donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DEL CRITERIO

No existen limitantes para la evaluación del criterio, en razón a que la normatividad permite realizar plantaciones comerciales y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o líneas de política determinadas en cada caso.

Existen categorías de áreas protegidas, como los DMI, que en un nivel marginal y, de acuerdo con su plan de manejo ambiental, permitirían la actividad de plantaciones de cacao en la subzona de producción. No obstante, se requeriría la zonificación interna de cada área protegida para identificar rangos de compatibilidad marginal.

VALOR DE PONDERACIÓN DEL CRITERIO

No aplica.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Análisis de las normas vigentes, revisión de las fuentes y obtención de la cartografía oficial de la información, la cual es base para la representación cartográfica de las variables y el criterio asociado.

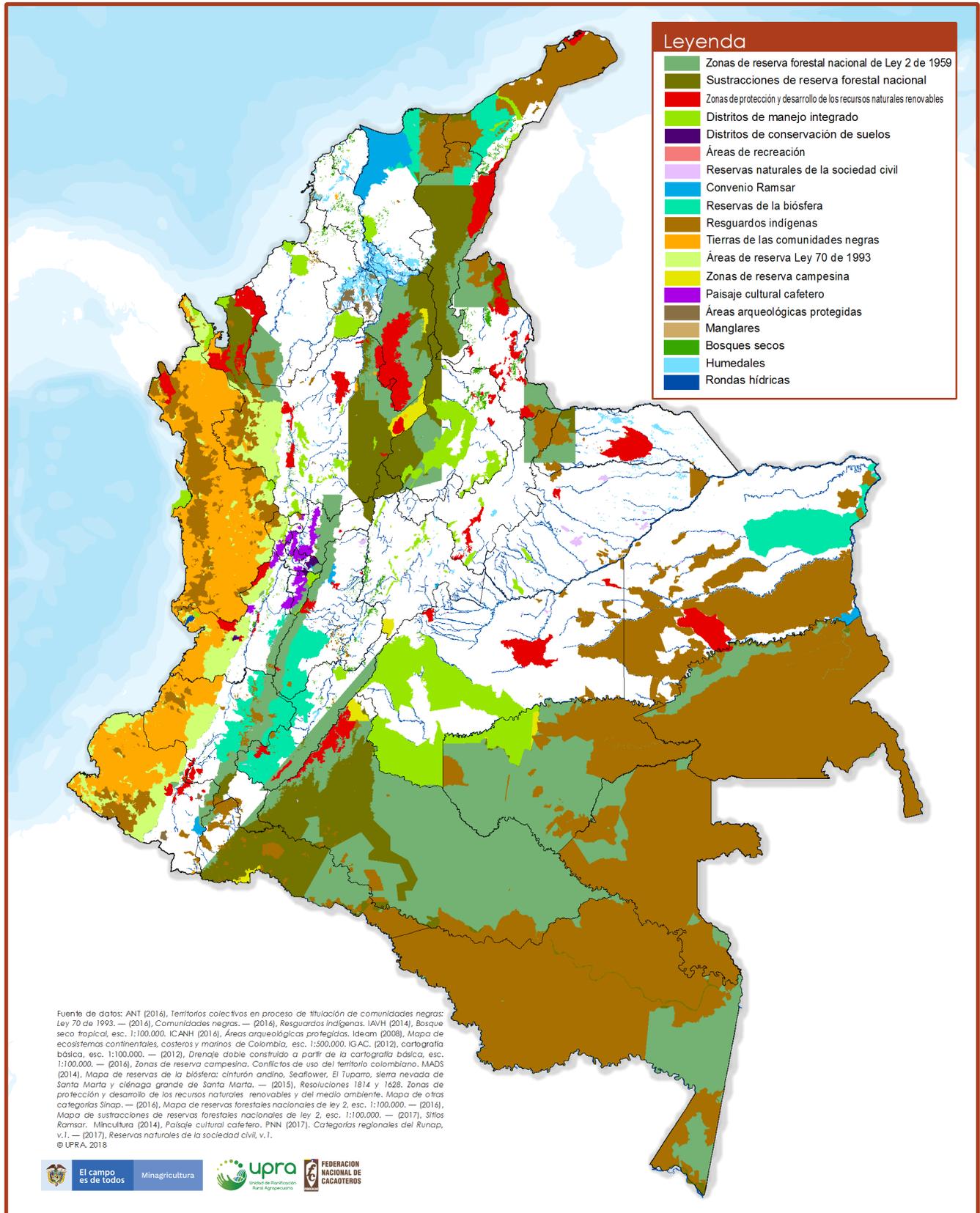
RANGOS PARA LA ASIGNACIÓN DE VALORES DE APTITUD

No aplican rangos para los condicionantes legales.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IAVH. (2014). *Bosque seco tropical*. Bogotá: IAVH.
- ICANH. (2016). *Áreas arqueológicas protegidas*. Bogotá: ICANH.
- Ideam *et al.* (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y mares de Colombia, escala 1:100.000*.
- IGAC. (2012). *Cartografía básica, escala 1:100.000*.
- -. (2016). *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano*. Bogotá: IGAC.
- Ley de 2 de 1959: *zonas de reserva forestal*.
- Minambiente (2016). *Mapa de reservas forestales nacionales de la ley 2, escala 1:100.000*.
- -. (2016). *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la ley 2, escala 1:100.000*.
- -. (2015). *Resoluciones 1814 y 1628. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap*.
- Mincultura (2016). *Paisaje cultural cafetero*.
- Parques Nacionales Naturales (PNN). (2016). *Categorías regionales del Runap, V. 1*.
- -. (2016). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 1*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



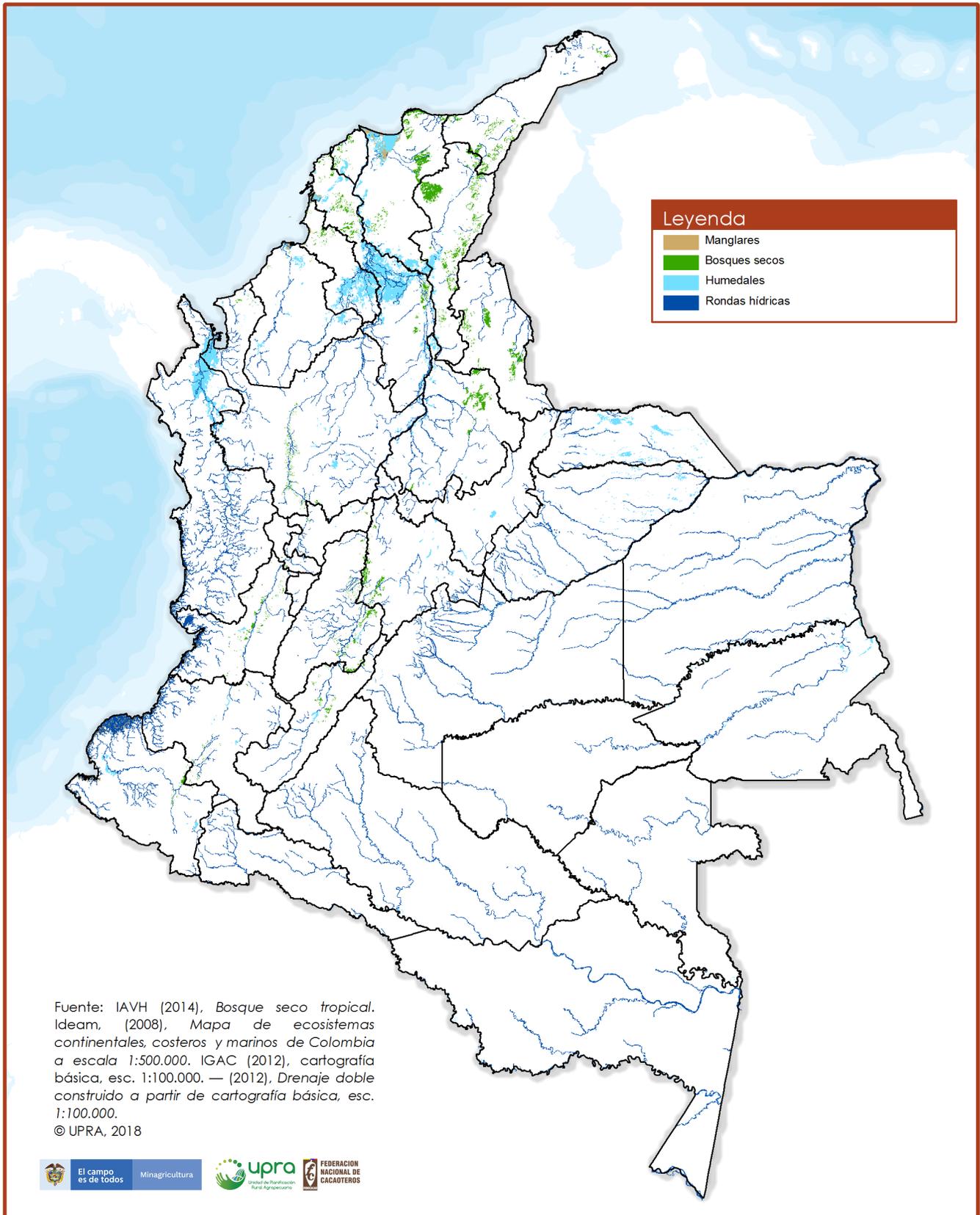
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

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

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	EXCLUSIÓN TÉCNICA	
	ANÁLISIS JERÁRQUICO	
	EXCLUSIÓN LEGAL	
	CONDICIONANTE	√
DEFINICIÓN		
<p>Variable conformada por los ecosistemas de manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical. Los ecosistemas de manglar y los humedales son consideradas zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo comercial de cacao.</p> <p>Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema 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.</p> <p>Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. Igualmente, del manglar se obtiene alcohol, se fabrica 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.</p> <p>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 disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.</p> <p>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, los cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).</p> <p>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.</p> <p>En el artículo 204 se estableció que «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).</p> <p>De otra parte, 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 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 forman parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, en tanto áreas de especial importancia ecosistémica.</p> <p>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.</p>		

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>Permite identificar áreas en donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los usos vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, debe evaluarse el establecimiento de un cultivo así como la importancia de mantener la prestación de servicios ecosistémicos.</p>	
VALOR DE PONDERACIÓN	
<p>No aplica.</p>	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN	
<p>Respecto a las 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.</p> <p>Es función de las 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).</p> <p>Esta variable se considerará exclusión legal, previa aprobación de la consulta que se encuentra en proceso con el MADS sobre la representación cartográfica de esta norma o la definición por parte de las CAR, por ser de su competencia.</p>	
UNIDAD DE ANÁLISIS	<p>Polígonos que corresponden a las áreas de manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical.</p>
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • IAVH. (2014). Bosque seco tropical. • Ideam <i>et al.</i> (2008). Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000. • Ideam. (2010). Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000. • IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000. • UPRA. (2014). Drenaje doble, construido a partir de IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. 	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



Fuente: IAVH (2014), *Bosque seco tropical*. Ideam, (2008), *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000*. IGAC (2012), *cartografía básica, esc. 1:100.000*. — (2012), *Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, esc. 1:100.000*.
© UPRA, 2018



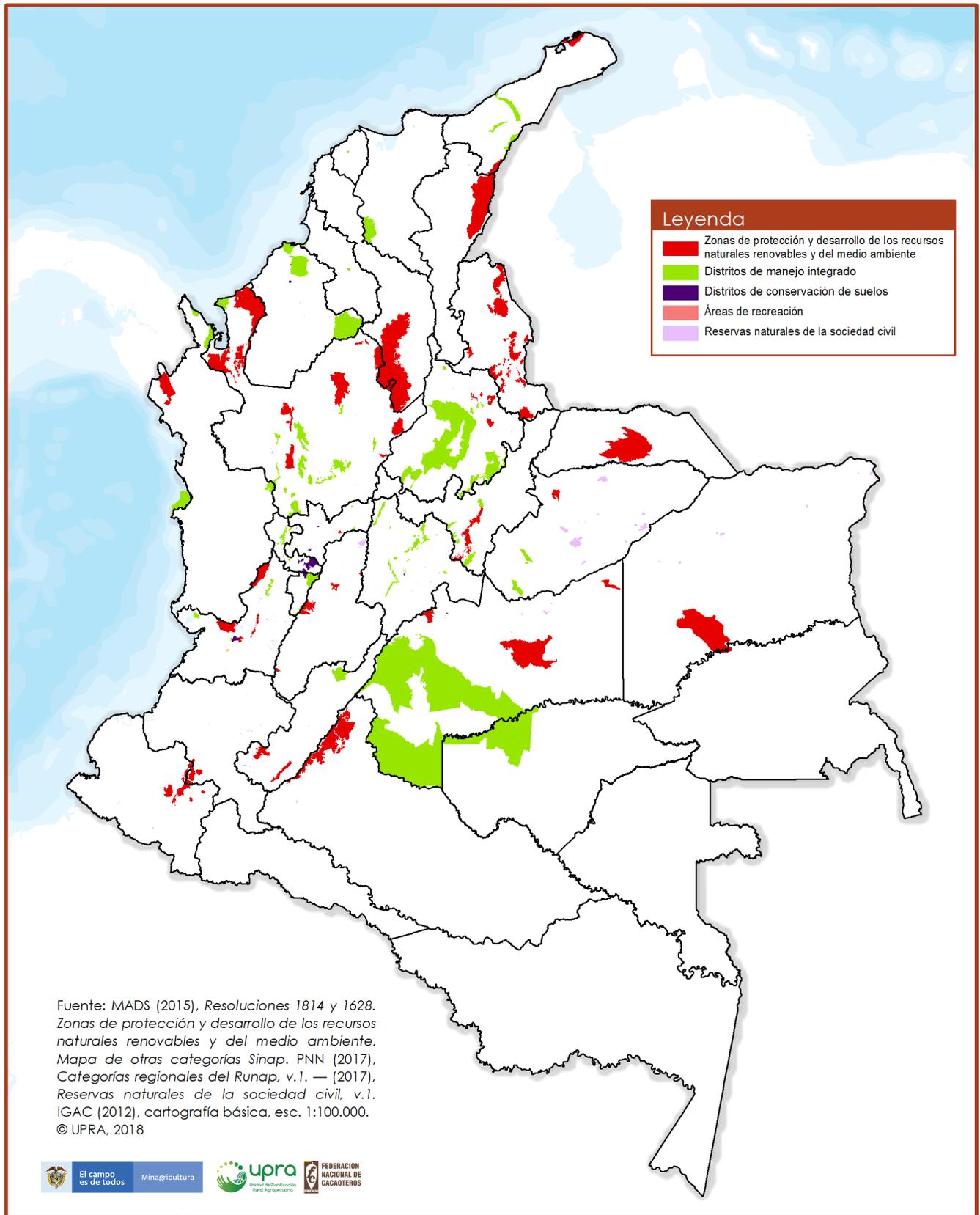
VARIABLE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES



4.2.2. Variable áreas protegidas

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE	
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES	
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica
	Análisis jerárquico
	Exclusión legal
	Condicionante
DEFINICIÓN	
<p>Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de cultivos de cacao con fines comerciales.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distritos de manejo integrado (DMI): 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): espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen su función aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, y 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. • Áreas de recreación: 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. • Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): parte o todo 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. • Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la Resolución 1628 de 2015 del MADS, se declara una medida de precaución que protege temporalmente los sitios en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas. Esta es una acción estratégica que pretende aumentar la representatividad ecológica del sistema, la creación de áreas protegidas en los sitios definidos por los procesos técnicos a diferentes escalas, para la identificación de vacíos de conservación y definición de prioridades; con base en dichos estudios, Parques Nacionales Naturales ha identificado el portafolio de sitios en los cuales se avanza en la realización de los estudios y los procedimientos para su declaratoria como áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Dentro de tales sitios se encuentran las selvas transicionales de Cumaribo, el Alto Manacacías, la serranía de San Lucas, los bosques secos del Patía, la serranía del Perijá y las sabanas y humedales de Arauca. 	
IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
<p>Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de cacao, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional; para este caso, estas categorías generan un condicionante legal, porque cada una de las figuras tiene zonificación y se debe revisar en qué zonas es permitida la producción.</p>	
VALOR DE PONDERACIÓN	
No aplica.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN	
<p>Existen categorías de áreas protegidas, como los DMI, que en un nivel marginal y de acuerdo con su plan de manejo ambiental permitirían el cultivo de cacao en la subzona de producción. No obstante, se requeriría la zonificación interna de cada área protegida para identificar rangos de compatibilidad marginal.</p>	
UNIDAD DE ANÁLISIS	Polígonos que corresponden a DMI, DCS, áreas de recreación y RNSC.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none"> • Minambiente. (2015). <i>Resoluciones 1814 y 1628. Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Mapa de otras categorías Sinap.</i> • Parques Nacionales Naturales (PNN). (2016). <i>Categorías regionales del Runap V 1.</i> • -. (2016). <i>Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 1.</i> 	

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE

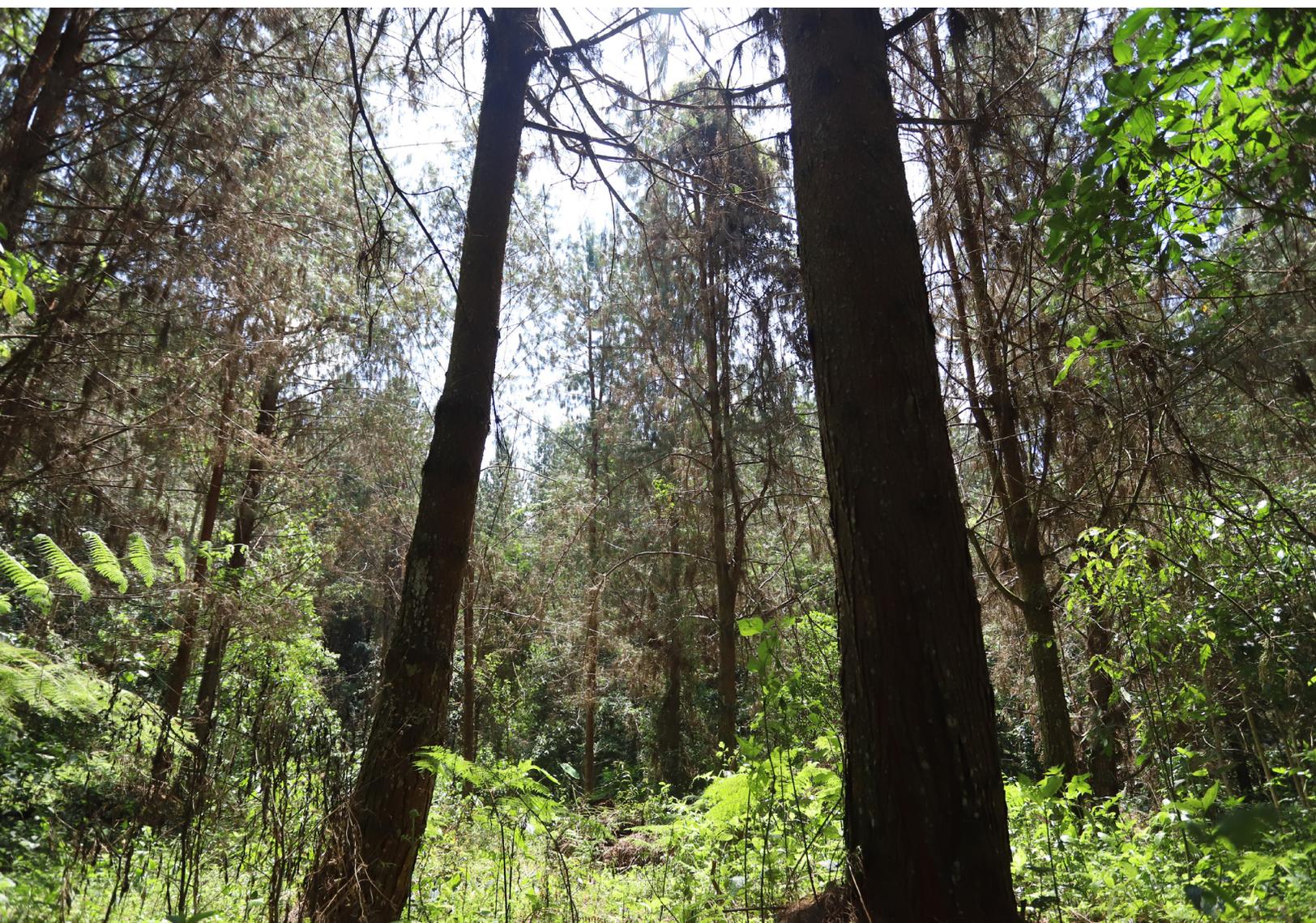


VARIABLE ÁREAS PROTEGIDAS
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

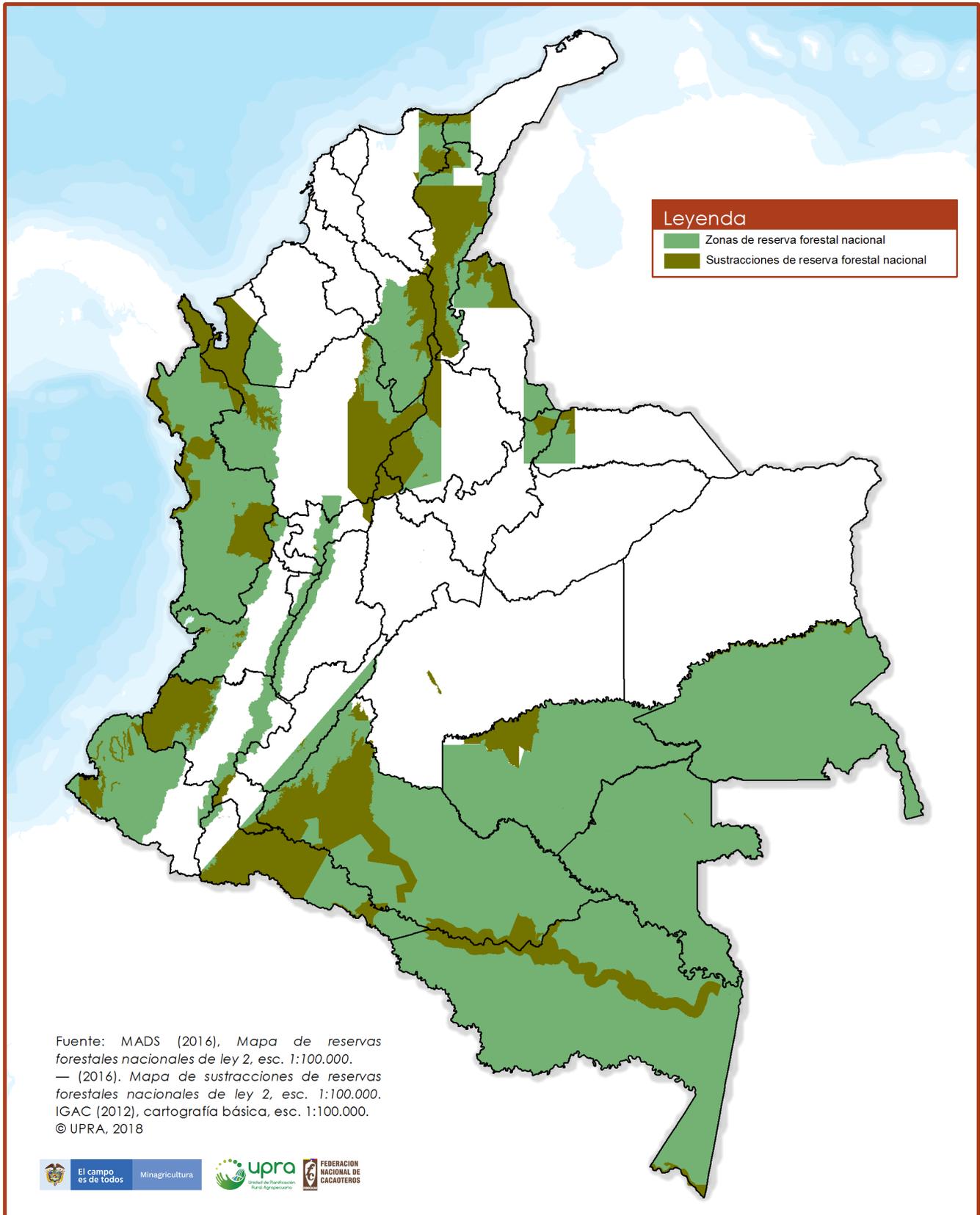
4.2.3. Variable zonas de reserva forestal nacional

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: ZONAS DE RESERVA FORESTAL NACIONAL		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	√
DEFINICIÓN		
<p>Las zonas de reserva forestal nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y la protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2 de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales: ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del Río Magdalena, ZRFN de la Sierra Nevada de Santa Marta, ZRFN de la Serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.</p> <p>No obstante, estas áreas podrán ser objeto de sustracción de acuerdo con el Decreto Ley 2811 de 1974, el cual establece que si «por razones de utilidad pública e interés social es necesario realizar actividades económicas que impliquen remoción de bosques o cambio en el uso de los suelos o cualquier otra actividad distinta del aprovechamiento racional de bosques, la zona afectada deberá, debidamente delimitada, ser previamente sustraída de la reserva».</p> <p>Por otra parte, es necesario mencionar que en cuanto a los tipos de áreas forestales, el Código de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente señala lo siguiente:</p> <p>Según la Resolución 1275 de 2015 del MADS, «Por la cual se adopta la zonificación y el ordenamiento de la reserva forestal del Cocuy, establecida en la Ley 2 de 1959 y se toman otras determinaciones», como un caso de zonificación de reserva forestal nacional, las zonas de reserva se encuentran zonificadas como zonas tipo A, B y C, las cuales se definen a continuación:</p> <p>Zonas tipo A: 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.</p> <p>Zonas tipo B: aquellas caracterizadas 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.</p> <p>Zonas tipo C: aquellas que por sus características biofísicas ofrecen condiciones para el desarrollo de 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.</p> <p>De acuerdo con esto, el análisis sugiere que en las zonas tipo B y C es posible establecer cultivos de carácter agroforestal y no es posible en las de tipo A. El párrafo 1 del artículo 2 de la Resolución 1275 de 2015, consagra que «En todas las zonas antes mencionadas se podrán adelantar procesos de sustracción de conformidad con la normatividad vigente».</p> <p>No es claro entonces con la zonificación si es posible o no realizar actividades dentro de las reservas sin sustracción, siendo actividades compatibles con la descripción dada por cada tipo de zona, o cómo va a realizar el seguimiento el MADS al cambio de uso del suelo de la reserva. Como todas las áreas son susceptibles de solicitud de sustracción, se considera pertinente dejar toda el área de la reserva como condicionante legal.</p> <p>Existen actividades exentas de sustracción de acuerdo con la Resolución 1274 de 2014 del Minambiente; los requisitos y el procedimiento de solicitud de sustracción están establecidos en la Resolución 1526 de 2012 del Minambiente.</p> <p>En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, se facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y se otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada, es decir, las zonas sustraídas son solo para tal fin (de acuerdo con el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011).</p>		

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Los condicionantes legales hacen referencia a aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de cultivos de cacao con fines comerciales; tal es el caso de las zonas de reserva de la Ley 2 de 1959.	
VALOR DE PONDERACIÓN	
No aplica.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN	
No existen limitantes para la evaluación, en razón a que la normatividad permite realizar plantaciones comerciales y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o líneas de política determinadas en cada caso.	
UNIDAD DE ANÁLISIS	Polígonos que corresponden a las zonas de reserva forestal nacional y a las sustracciones de reserva forestal nacional.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• IGAC. (2102). Cartografía básica, escala 1:100.000.• Minambiente. (2016). <i>Mapa de reservas forestales nacionales de la Ley 2, escala 1:100.000.</i>• -. (2016). <i>Mapa de sustracciones de reserva forestal de la Ley 2, escala 1:100.000.</i>	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ZONAS DE RESERVA FORESTAL NACIONAL
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

4.2.4. Variable distinciones internacionales

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: DISTINCIONES INTERNACIONALES		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	√
DEFINICIÓN		
<p>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.</p> <p>El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo, requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes.</p> <p>De esta forma, las áreas bajo distinción internacional podrán ser reclasificadas en la zonificación, con base en el nivel de conocimiento que se tenga en el futuro o de la aclaración de determinantes ambientales que puedan ser incluidos en la evaluación.</p> <p>Las áreas son 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.</p> <p>Para el ejercicio de zonificación de aptitud, se consideran las siguientes distinciones internacionales:</p> <p>Convención Ramsar: hace referencia a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Unesco, 1994).</p> <p>Reservas de la biósfera: áreas geográficas representativas de la diversidad de hábitats del planeta. Ya sean ecosistemas terrestres o marítimos, estas áreas se caracterizan por ser sitios que no son exclusivamente protegidos, sino que pueden albergar a comunidades humanas que vivan de actividades económicas sustentables que no pongan en peligro el valor ecológico del sitio. Una vez designado el nombramiento, la reserva queda reconocida internacionalmente, pero bajo soberanía de los respectivos Estados, quienes deben asegurar el cumplimiento y mantenimiento de las características excepcionales que hicieron posible la nominación.</p>		

Los cuadros 13 y 14 muestran los humedales Ramsar y las reservas de la biósfera en Colombia.

Cuadro 13. Lista de humedales Ramsar en Colombia

ID	Nombre	Departamento	Fecha	Tamaño (ha)	Ubicación
951	Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena, Ciénaga Grande de Santa Marta	Magdalena	18 de junio de 1998	400.000	10°45'N 74°29'W
1047	Laguna de la Cocha	Nariño	8 de enero de 2001	39.000	01°03'N 77°12'W
1387	Delta del Río Baudó	Chocó	5 de junio de 2004	8888	04°53'N 77°22'W
1781	Complejo de Humedales Laguna del Otún	Risaralda	25 de junio de 2008	6579	04°46'N 75°25'W
1782	Sistema Lacustre de Chingaza	Cundinamarca	25 de junio de 2008	4058	04°30'N 73°45'W

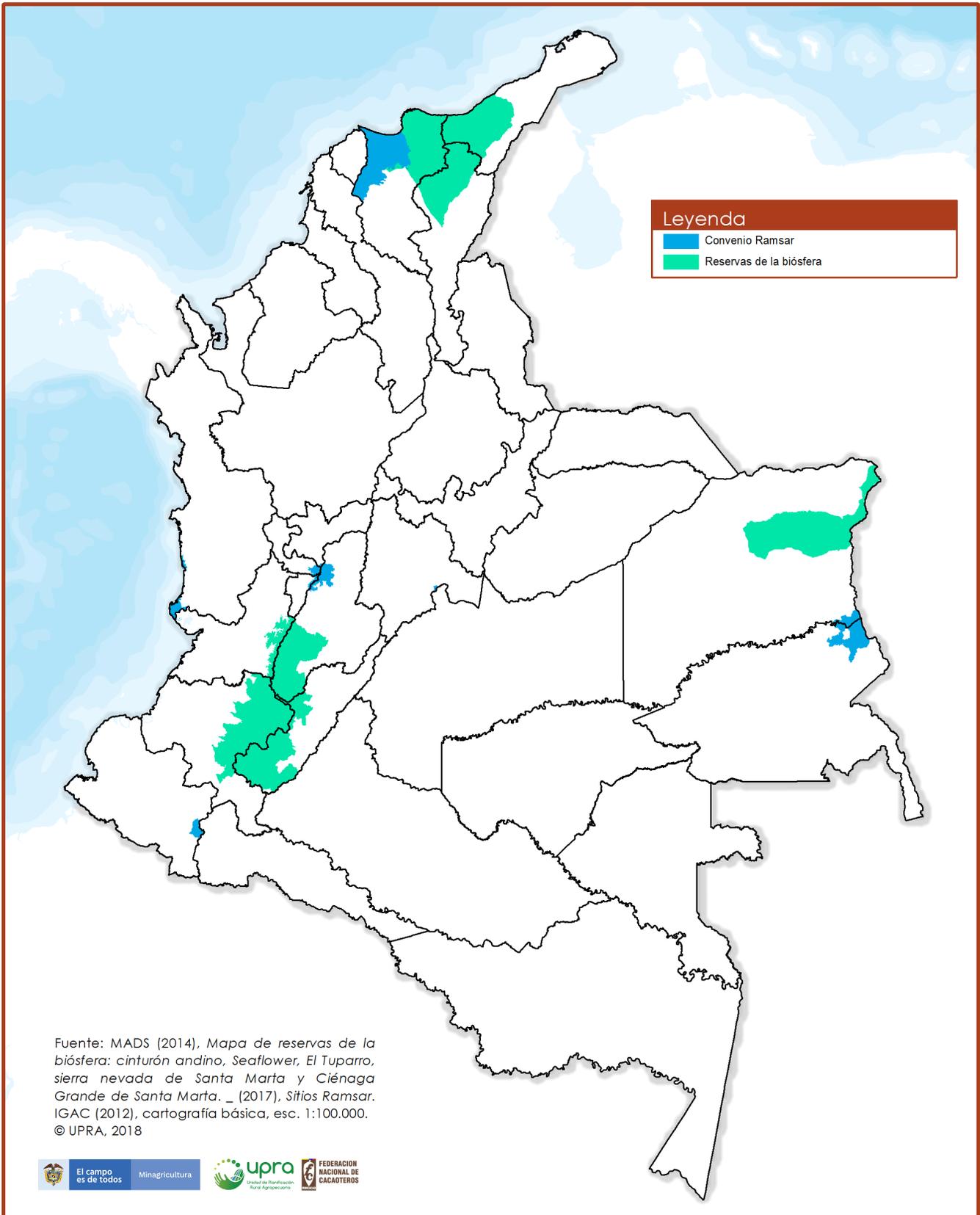
Cuadro 14. Lista de reservas de la biósfera en Colombia

Nombre de la reserva	Localización	Año de registro	Entidad administradora de la reserva
Cinturón Andino	El cinturón andino está ubicado en el macizo colombiano, en el sur de la cordillera de los Andes. Comprende tres parques nacionales: PN La Cueva de los Guácharos, PN Puracé y PN Nevado del Huila.	1979	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN)
El Tuparro	Se encuentra en el oriente colombiano, en la región de la Orinoquia, en el departamento del Vichada. La reserva está rodeada, al norte, por el río Tomo, y al sur, por el caño Maipurés. Es uno de los pocos lugares en el mundo en donde habita el delfín rosado de la Amazonia.	1979	UAESPNN
Sierra Nevada de Santa Marta	Por el norte, está bordeada por el mar Caribe y las planicies de la península de La Guajira; hacia el suroriente, la enmarcan los cursos de los ríos Ranchería y Cesar, y hacia el occidente limita con la gran planicie aluvial del río Magdalena y la ciénaga grande de Santa Marta.	1979	UAESPNN
Ciénaga Grande de Santa Marta	Departamento del Magdalena, municipios de Ciénaga, Pueblo Viejo, Sitio Nuevo, Remolino, Salamina, El Piñón, Cerro de San Antonio, Concordia, Pivijay, El Retén, Aracataca.	2000	Corporación Autónoma Regional del Magdalena (Corpamag)
Seaflower	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.	2000	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina)

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE	
Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo comercial de cacao debe ser analizado en mayor detalle para identificar la compatibilidad con estos ecosistemas de importancia internacional.	
VALOR DE PONDERACIÓN	
No aplica.	
LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN DE LA VARIABLE	
La delimitación de las reservas de la biósfera no representa una identidad ecosistémica, sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos y, por lo tanto, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica, razón por lo cual la restricción en su interior ha de estudiarse más en detalle.	
UNIDAD DE ANÁLISIS	Polígonos identificados como humedales Ramsar y reservas de la biósfera.
FUENTES DE INFORMACIÓN	
<ul style="list-style-type: none">• IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.• Minambiente. (2010). Sitios Ramsar.• -. (2012). Mapas de reservas de la biósfera.	



REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE DISTINCIONES INTERNACIONALES
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES

4.2.5. Variable áreas de interés cultural y social

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT)	CULTIVO COMERCIAL DE CACAO	
CRITERIO: CONDICIONANTES LEGALES		
VARIABLE: ÁREAS DE INTERÉS CULTURAL Y SOCIAL		
TIPO DE CRITERIO ASOCIADO	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	√
DEFINICIÓN		
<p>Zonas delimitadas por el Estado para la protección de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan. En estas áreas, el desarrollo de cualquier actividad agrícola está condicionado. Asimismo, por disposiciones legales, cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios; en dichas zonas se reconoce la importancia de la diversidad étnica y cultural, así como los derechos sociales, económicos y culturales de los habitantes de las regiones que figuran bajo las siguientes categorías:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tierras de las comunidades negras: por medio de la Ley 70 de 1993 se reconocen las comunidades negras que han venido ocupando tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la cuenca del Pacífico, de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción y el derecho a la propiedad colectiva. Asimismo, establece mecanismos para la protección de la identidad cultural y los derechos de las comunidades negras como grupo étnico y el fomento de su desarrollo económico y social, para garantizarles que obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad. • Zonas de reserva campesina (ZRC): la Ley 160 de 1994, en su artículo 80 define que son zonas de reserva campesina las áreas geográficas seleccionadas por la junta directiva del Incora, teniendo en cuenta las características agroecológicas y socioeconómicas regionales. En las ZRC, la acción del Estado tendrá en cuenta reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales, y las características de las modalidades de producción (UPRA, 2014). Las ZRC tienen por objeto fomentar y estabilizar la economía campesina, superar las causas de los conflictos sociales que las afecten y, en general, crear las condiciones para el logro de la paz y la justicia social en las áreas respectivas (Incora, Decreto 1777 de 1996). La normatividad determina que en las ZRC se formularán proyectos productivos agrosostenibles para su adecuada explotación y propiciarán su financiación, apoyo tecnológico, mercadeo y organización social (UPRA, 2014). <p>Es así como las ZRC se convierten en una figura novedosa en el ámbito rural y ambiental colombiano, ya que tienen el doble propósito de estabilizar la economía campesina y con ello buscar la estabilización de la frontera agrícola, así como preservar y conservar los recursos naturales y los ecosistemas en el interior y en el entorno de las mismas. Al pretender que los campesinos se conviertan en empresarios del campo, se busca vincular e integrar la producción agropecuaria y de productos de la biodiversidad a los mercados regionales, nacionales e internacionales. Esta propuesta se consolida en el desarrollo de las microempresas rurales, agroindustrias y otro tipo de organización campesina de producción, transformación y comercialización de los productos de las ZRC (UPRA, 2014).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Territorios indígenas: la legislación en materia de resguardos está fundamentalmente integrada por la Ley 135 de 1961, la Ley 31 de 1967 (aprobatoria del convenio de la OIT de 1957) y la ley de reforma agraria. La legislación colombiana garantiza a las comunidades indígenas su derecho al usufructo de los recursos naturales renovables de esos territorios, y con la participación y acuerdo de cada comunidad, desde 1987 se han nombrado inspectores indígenas de los recursos naturales de los resguardos (CIDH, s. f.). <p>El gobierno colombiano ratificó el Convenio 169 de la OIT de 1989, sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, por medio de la Ley 21 de 1991, comprometiéndose, entre otras cosas, a desarrollar acciones para proteger los derechos de estos pueblos y garantizar el derecho a su identidad, a través de medidas concretas que permitan salvaguardar tanto a las personas como sus instituciones, bienes, trabajo, cultura y medioambiente.</p> <p>Concordante con la Constitución nacional, la Ley 99 de 1993 orgánica del Minambiente ordena que la explotación de los recursos naturales debe hacerse sin desmedro de la identidad cultural, social y económica de las comunidades indígenas y negras, y para este caso, el artículo 76 establece que las decisiones se toman previa consulta a los representantes de dichas comunidades, teniendo en cuenta que han desarrollado relaciones sociales, culturales y económicas con los recursos naturales. En este sentido, la Ley 99 de 1993 desarrolla el mandato constitucional y concreta la función del Estado en cuanto al reconocimiento de la participación y la protección especial de los derechos, integridad, diversidad étnica y cultural, en el contexto ambiental de los proyectos (UPME, s. f.).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Paisaje cultural cafetero: está inscrito en la lista de patrimonio mundial de la Unesco el 25 de junio de 2011, ratificado por la Resolución 2079 de 2011, que establece que el Estado debe «Velar para que se conserven integralmente los valores universales excepcionales que ameritaron la inclusión del paisaje cultural cafetero en la lista de patrimonio mundial de la Unesco» (artículo 3, Resolución 2079 de 2011). 		

IMPORTANCIA DE LA VARIABLE

La variable condiciona la implementación de desarrollos productivos en áreas donde se encuentran asentadas las comunidades y, a su vez, coinciden con zonas de aptitud para el cultivo, dado que estas cuentan con regímenes especiales (culturales o normativos) que determinan las actividades económicas y productivas por desarrollar en sus territorios.

En aquellas zonas aptas para el cultivo comercial de cacao, antes de la formulación de proyectos de inversión deberán surtir un proceso de consulta previa en consideración a lo dispuesto en el Decreto 1320 de 1998 del Mininterior, en áreas donde existan resguardos indígenas y consejos comunitarios. Para el caso de las ZRC, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del plan de desarrollo sostenible de la zona o ser socializados con la comunidad y demás entes territoriales competentes, en el marco de una audiencia pública, según lo establecido en el Acuerdo 021 de 1996 del Incora.

VALOR DE PONDERACIÓN

No aplica.

LIMITANTES DE LA EVALUACIÓN

No se contemplan resguardos indígenas ni ZRC que no han sido reconocidos ni espacializados por el Incoder. Con relación a las comunidades negras, no se incluyen las áreas donde existen títulos coloniales sin aval del Mininterior ni de las entidades competentes.

El prescindir de esta información en la zonificación no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consulta ante la pretensión de implementar desarrollos productivos futuros en territorios donde existan ZRC en proceso de constitución, ampliaciones de resguardos Indígenas en curso o áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras.

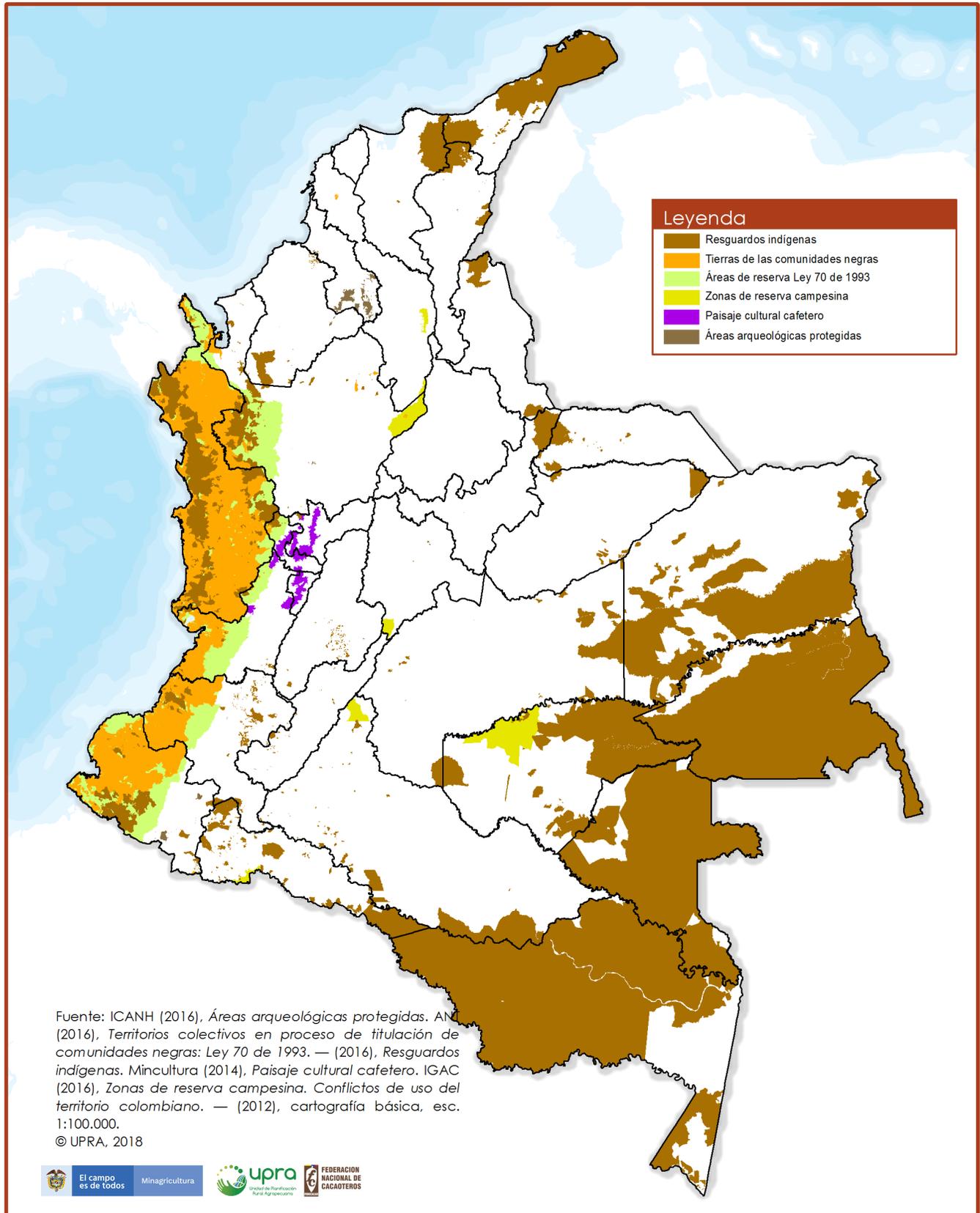
UNIDAD DE ANÁLISIS

Polígonos identificados como tierras de las comunidades negras, zonas de reserva campesina y territorios indígenas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- IGAC. (2012). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Incoder. (2012). *Títulos colectivos de comunidades negras*.
- -. (2016). *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano*.
- -. (2016). *Resguardos indígenas*.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2009). *Mapa de áreas de reglamentación especial: paisaje cultural cafetero*.
- Paisaje cultural cafetero: Ley 45 de 1983, Ley 397 de 1997, Ley 1185 de 2008, Resolución 2079 de 2011.
- Mincultura. (2104). *Paisaje cultural cafetero*.

REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DE LA VARIABLE



VARIABLE ÁREAS DE INTERÉS CULTURAL Y SOCIAL
CRITERIO CONDICIONANTES LEGALES





El campo
es de todos

Minagricultura

CULTIVO COMERCIAL DE CACAO

IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS
EN COLOMBIA
A ESCALA 1:100.000



FEDERACION
NACIONAL DE
CACAOTEROS



upra

Unidad de Planificación
Rural Agropecuaria