El campo es de todos

Minagricultura

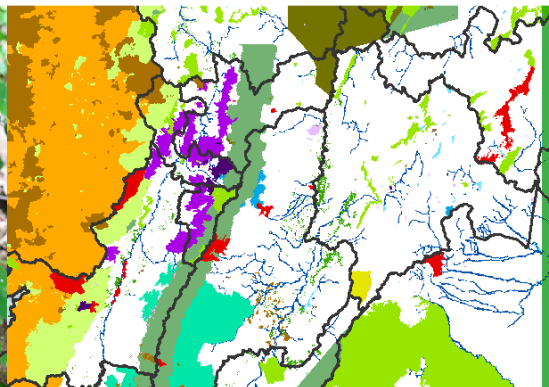
CULTIVO COMERCIAL DE CAUCHO

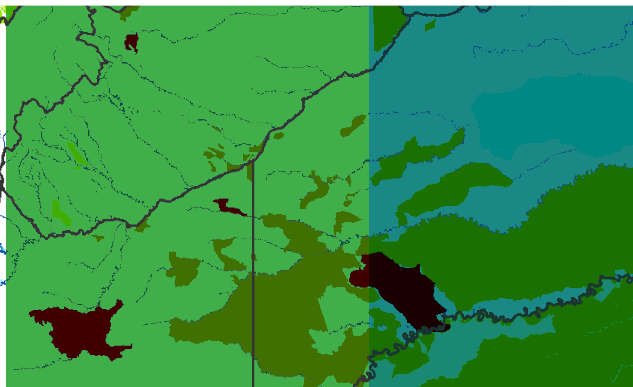
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS APTAS EN COLOMBIA, A ESCALA 1:100.000

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

CONFEDERACIÓN CAUCHERA COLOMBIANA







upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

CULTIVO COMERCIAL DE CAUCHO

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 RAFAEL VALENCIA PINZÓN
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

UNIDAD DE PLANIFICACIÓN RURAL AGROPECUARIA (UPRA)

FELIPE FONSECA FINO
Director general

MERCEDES VÁSQUEZ DE GÓMEZ
Secretaria general

DORA INÉS REY MARTÍNEZ
Directora técnica de Ordenamiento de la Propiedad y Mercado de Tierras

DANIEL ALBERTO AGUILAR CORRALES
Director técnico de Uso Eficiente del Suelo Rural y Adecuación de Tierras

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

ALEJANDRO FLÓREZ VANEGAS
LUZ MARINA ARÉVALO SÁNCHEZ
RICARDO FABIÁN SIACHOQUE BERNAL
PEDRO DAVID PORRAS
GERARDO LOZANO
BERNARDO SÁENZ CARDONA
JAVIER OTERO GARCÍA
GABRIEL EDUARDO PÁRAMO ROCHA
ÓSCAR GEOVANI MARTÍNEZ CORTÉS
ELDER CAMILO NARVÁEZ M.
JUAN ANTONIO GÓMEZ BLANCO
LUIS EDUARDO GARCÍA CASTELLANOS
ÓSCAR JAVIER SORIANO LEAL
EVELYN LILIANA GARCÉS APONTE
HÉCTOR FELIPE RÍOS ALZATE
ADRIANA MARCELA PORRAS REY
LIZETH PAOLA ORTIZ GUENGUE
JAIME ALBERTO MORALES MORA
JOHN JAIRO ROLDÁN ORTEGA
SONIA LUCÍA RANGEL VILLAMARÍN
Equipo técnico

MANUEL ANTONIO GÓMEZ VEGA
Revisión de texto y estilo

FABIO ERNESTO MOJICA CABALLERO
Diseño y diagramación

BANCO DE IMÁGENES DE LA UPRA
Fotografías

Este documento es propiedad 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.; Arévalo, L.; Siachoque, R.; Sáenz, B.; Porras, P.; Lozano. G; Otero, J.; Páramo, G... Villamarín, S. (2018). *Cultivo comercial de caucho: identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000.* Bogotá: UPRA. Recuperado de <dirección URL de recuperación del documento>.

Elaborado en 2015

© UPRA, 2018
ISBN: 978-958-5552-39-5



TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 8

ÍNDICE DE CUADROS 9

ÍNDICE DE FIGURAS 11

GLOSARIO 13

LISTA DE ABREVIATURAS 14

LISTA DE SÍMBOLOS 16

INTRODUCCIÓN 17

1. ANTECEDENTES 20

1.1 ANTECEDENTES SOBRE LA ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE CAUCHO EN COLOMBIA 21

1.2 CONTEXTO SECTORIAL 24
- 1.2.1 El cultivo de caucho natural en Colombia 24
- 1.2.2 Clasificación taxonómica 25
- 1.2.3 Aspectos fitosanitarios 28
- 1.2.4 Recomendaciones de manejo del cultivo 30

1.3 CONTEXTO MUNDIAL 33
- 1.3.1 Producción y consumo de caucho natural 33
- 1.3.2 Dinámica de mercados a nivel global 35

1.4. CONTEXTO NACIONAL 36
- 1.4.1 Principales zonas de producción de caucho en Colombia 37
- 1.4.2 Importancia económica 40
- 1.4.3 Créditos 42

1.5 MARCO POLÍTICO 43

1.6 MARCO NORMATIVO 46

1.7 ALCANCES Y LIMITACIONES 49



2. MARCO CONCEPTUAL 50

3. METODOLOGÍA 54

3.1 DEFINICIÓN DEL TIPO DE UTILIZACIÓN DE LA TIERRA (TUT) 57

3.2 CRITERIOS DE ANÁLISIS JERÁRQUICO 59
- 3.2.1 Criterios y variables del componente físico 59
- 3.2.2 Criterios y variables del componente socioecosistémico 65
- 3.2.3. Criterios y variables del componente socioeconómico 71

3.3 RANGOS DE APTITUD Y EXCLUSIONES TÉCNICAS 79
- 3.3.1 Rangos de aptitud para el componente físico 79
- 3.3.2 Rangos de aptitud para el componente socioecosistémico 81
- 3.3.3 Criterios y variables del componente socioeconómico 84

3.4. EXCLUSIONES LEGALES Y CONDICIONANTES LEGALES 89

3.5. ANÁLISIS MULTICRITERIO 97
- 3.5.1 Proceso analítico jerárquico (AHP) 97
- 3.5.2 Matriz del proceso analítico jerárquico 98

3.6 ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELOS CARTOGRÁFICOS 102

3.7. PROCESO DE VALIDACIÓN DEL MAPA 107
- 3.7.1 Socialización con los actores de la cadena productiva del caucho 107

4. RESULTADOS 108

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 114

BIBLIOGRAFÍA 116

ANEXOS 128

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

RESUMEN

Se presenta la memoria técnica de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho (Hevea brasiliensis) a nivel nacional, escala 1:100.000. Esta es producto de los procesos de fortalecimiento de la planificación del uso eficiente del suelo rural y la adecuación de tierras a nivel nacional que lleva a cabo la UPRA, orientados a direccionar la inversión del sector agropecuario.

El documento contiene seis secciones: la primera presenta unos antecedentes del sector en términos de su importancia a nivel internacional y nacional, zonificaciones existentes y marco político y normativo de la cadena; la segunda parte aborda el marco conceptual, basado en un enfoque multidisciplinario que toma en consideración los principios y fundamentos del esquema de evaluación de tierras, el enfoque socioecosistémico y el enfoque de competitividad, los cuales se abordan en términos de criterios de carácter físico, socioecosistémico y socioeconómico, respectivamente; la tercera sección consiste en la metodología de la zonificación, desde la definición del tipo de utilización de la tierra (TUT) hasta la evaluación de la matriz multicriterio; la cuarta presenta los resultados de la zonificación, plasmados en el mapa de aptitud para el cultivo comercial de caucho en Colombia, escala 1:100.000; la quinta presenta las conclusiones y recomendaciones, y en la sexta, se relacionan las fuentes de información bibliográfica. Finalmente, a manera de anexo se presentan para cada criterio y variable usado en la zonificación de aptitud las fichas metodológicas que describen su importancia, rangos de calificación y mapas de salida como soporte al proceso metodológico.

Se identificaron nueve criterios físicos, cinco socioecosistémicos y ocho socioeconómicos, para un total de 22, a partir de los cuales se obtuvo el mapa de zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho, escala 1:100.000. En este mapa se identificó que en Colombia hay un total de 18.744.598 ha aptas para la actividad heveícola, de las cuales 5.347.355 ha tienen una aptitud alta (A1); 9.015.648, ha, aptitud media (A2); y 4.381.595 ha, aptitud baja (A3).

Palabras clave: caucho, Fedecaucho, criterios físicos, criterios socioecosistémicos, criterios socioeconómicos, análisis multicriterio, mapa de aptitud.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Zonas identificadas por la zonificación realizada por Conif	21
Cuadro 2.	Producción mundial de caucho por continente, 2008-2012 (miles de t)	33
Cuadro 3.	Consumo mundial de caucho por continente 2008-2012	34
Cuadro 4.	Área sembrada y área cosechada en caucho natural en Colombia (2007-2014)	36
Cuadro 5.	Área cultivada (ha) con caucho natural en Colombia (2008-2014)	39
Cuadro 6.	Usos del caucho natural por el sector industrial en Colombia	39
Cuadro 7.	Exportaciones de caucho (2016)	41
Cuadro 8.	Marco de políticas relevantes para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho natural en Colombia, esca-la 1:100.000	43
Cuadro 9.	Marco normativo relevante para la zonificación de áreas aptas para caucho natural en Colombia, escala 1:100.000	46
Cuadro 10.	Criterios y variables del subcomponente climático	60
Cuadro 11.	Criterios y variables del subcomponente edáfico	61
Cuadro 12.	Variables del subcomponente fitosanitario	64
Cuadro 13.	Criterios y variables del componente socioecosistémico	69
Cuadro 14.	Criterios y variables del componente socioeconómico	75
Cuadro 15.	Categorías para el desarrollo de la zonificación de áreas aptas	79
Cuadro 16.	Categorías de aptitud del componente físico para el mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo de caucho, escala 1:100.000	80

Cuadro 17.	Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para el mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo de caucho, escala 1:100.000	82
Cuadro 18.	Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico para el mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo de caucho, escala 1:100.000	84
Cuadro 19.	Criterios Condicionantes legales	90
Cuadro 20.	Criterios de exclusión legal	95
Cuadro 21.	Escala de importancia de los criterios mediante análisis multicriterio	98
Cuadro 22.	Esquema de la matriz multicriterio	98
Cuadro 23.	Matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho	100
Cuadro 24.	Ponderación de criterios para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho	101
Cuadro 25.	Resultados del mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo comercial de caucho en Colombia, escala 1:100.000	110
Cuadro 26.	Distribución de categorías de aptitud por departamento	110
Cuadro 27.	Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de caucho	112



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Principales características botánicas del caucho	26
Figura 2.	Área sembrada de los principales países productores de caucho natural en el mundo (2015)	34
Figura 3.	Principales países consumidores de caucho natural a nivel mundial (2008-2012)	35
Figura 4.	Producción de caucho a nivel mundial (2013-2015)	36
Figura 5.	Área sembrada y área cosechada en caucho natural en Colombia (2007-2014)	37
Figura 6.	Principales zonas de producción de caucho en Colombia	38
Figura 7.	Balanza comercial del caucho en Colombia (2012-2016)	40
Figura 8.	Precios (pesos colombianos/kg) del caucho natural en Colombia (2010-2014)	41
Figura 9.	Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	51
Figura 10.	Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales	55
Figura 11.	Esquema metodológico de la zonificación de cadenas productivas	56
Figura 12.	Esquema de la cadena productiva del caucho	58
Figura 13.	Criterios y variables del componente físico	59
Figura 14.	Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica	66
Figura 15.	Criterios y variables del componente socioecosistémico	67
Figura 16.	Proceso de competitividad	72

Figura 17. Criterios y variables del componente socioeconómico 74

Figura 18. Mapa de condicionantes legales 94

Figura 19. Mapa de exclusiones legales 96

Figura 20. Proceso de análisis de información espacial para la obtención del mapa de zonificación de aptitud 102

Figura 21. Modelo cartográfico integral 104

Figura 22. Modelo cartográfico del componente físico 105

Figura 23. Modelo cartográfico del componente socioecosistémico 105

Figura 24. Modelo cartográfico del componente socioeconómico 106

Figura 25. Modelo cartográfico de condicionantes legales 106

Figura 26. Modelo cartográfico de exclusiones legales 107

Figura 27. Estrategia de socialización y validación de la zonificación de aptitud 107

Figura 28. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho en Colombia, escala 1:100.000 109

Figura 29. Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de caucho, a escala 1:100.000 112

Figura 30. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de caucho, a escala 1:100.000 113

GLOSARIO

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, 2014a).

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.

Criterio: 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, Gómez, y Montes, 2009, MADS, 2012, citados por UPRA, 2014a).

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

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

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

Índice de agua no retornada a la cuenca: 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: capacidad de retención de humedad de las cuencas, con base en la distribución de las series de frecuencias acumuladas de los caudales diarios.

Sangría: remoción de una pequeña porción de corteza del árbol de caucho, con un corte diagonal descendente a la derecha mediante un cuchillo especial conocido como gubia.

Tipo de utilización de la tierra (TUT): se refiere a un uso específico que se describe a un nivel de detalle apropiado según la escala de evaluación de tierras, en términos de la producción, el contexto social y económico, sus principales características físicas, agronómicas y productivas, así como los costos y los ingresos generados por la actividad de producción (UPRA, 2014a).

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

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

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP	Proceso analítico jerárquico (AHP por su sigla en inglés)
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
Asoheca	Asociación de reforestadores y cultivadores de caucho del Caquetá
APC	Áreas prioritarias de conservación
AVC	Altos valores ecológicos de conservación
CCC	Confederación Cauchera Colombiana
CECN	Conectividad estructural de las coberturas naturales
Cenicaucho	Corporación Centro Nacional de investigación para el Caucho Natural
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano de Lavoura Cacaueira
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
CIF	Certificado de incentivo forestal
CIRAD	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
CNC	Cadena nacional del caucho
Conif	Corporación Nacional de Investigaciones Forestales
Conpes	Consejo Nacional de Política Económica y Social
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
DCS	Distrito de conservación de suelos
DMI	Distrito de manejo integrado
DNP	Departamento Nacional de Planeación
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por su sigla en inglés)
Fedecaucho	Federación Nacional de Productores de Caucho Natural
Finagro	Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario
FX	Cruzamientos entre clones de la Ford Motor Company con clones orientales
IAN	Instituto Agronômico do Norte
IAVH	Instituto Alexander von Humboldt
ICA	Instituto Colombiano Agropecuario
Icanh	Instituto Colombiano de Antropología e Historia
ICR	Incentivo a la capitalización rural

ICRAF	International Center for Research in Agroforestry
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IE	Integridad ecológica
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Inat	Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas
Incora	Instituto Colombiano para la Reforma Agraria
IRCA	Institut de recherches sur le caoutchouc
IRSG	International Rubber Study Group
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002-2011)
Minagricultura	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Mincultura	Ministerio de Cultura
Mineducación	Ministerio de Educación
Minminas	Ministerio de Minas y Energía
Mintransporte	Ministerio de Transporte
m s. n. m.	metros sobre el nivel del mar
OdC	Objetos de conservación
OMM	Organización Meteorológica Mundial
Parec	Plan de Acción para la Reforestación Comercial
pH	Potencial de hidrógeno (medida de acidez o alcalinidad)
PIB	Producto interno bruto
PNN	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNDF	Plan Nacional de Desarrollo Forestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
REDD	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación
RRIC	Rubber Research Institute of Ceylan
RRIM	Rubber Research Institute of Malasia
RRII	Rubber Research Institute of India
RRSL	Rubber Research Institute of Sri Lanka
Runap	Registro Único Nacional de Áreas Protegidas
SAF	Sistemas agroforestales
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SIAL	Selección Instituto Agronómico do Leste
Sinap	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
Sinchi	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas
Sioc	Sistema de Información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas
TSR	Technically Specified Rubber
TUT	Tipo de utilización de la tierra
UJTL	Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano
UPRA	Unidad de Planificación Rural Agropecuaria
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA por su sigla en inglés)
VUF	Ventanilla Única Forestal

LISTA DE SÍMBOLOS

>	mayor que
<	menor que
≥	mayor o igual que
≤	menor o igual que
°C	grado Celsius
bar	unidad de presión
cm	centímetro
cmol	centimol (10^{-2} mol)
dS	decisiemens (10^{-1} S)
ha	hectárea
kg	kilogramo
km	kilómetro
kPa	kilopascal (10^{3}Pa)
L	litro
ln	logaritmo natural
m	metro
m2	metro cuadrado
m3	metro cúbico
mm	milímetro
Mm3	megametro cúbico (1.000.000 m3)
mol	cantidad de sustancia
Pa	pascal (unidad de presión)
ppm	partes por millón
S	siemens (medida de conductancia eléctrica)
t	toneladas métricas



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, 2015), combinando arreglos institucionales y multisectoriales y atributos del territorio para brindar una mayor equidad a 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, puesto que el énfasis se ha centrado en los aspectos climáticos y edáficos, dejando subordinados y hasta olvidados los procesos socioecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación integral del territorio y la definición de políticas más acordes con el medio geográfico.

Con lo anteriormente citado, surgió la necesidad por parte de la UPRA de proponer diferentes zonificaciones para el sector agropecuario y forestal, abordados desde un enfoque interdisciplinario, a partir 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 el 2014, la UPRA realizó la propuesta de zonificación forestal con fines comerciales para Colombia, con base en el enfoque de la FAO en lo relativo a su forma de aplicación, incorporando los aspectos socioecosistémicos y 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 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 la actividad misional de la unidad o como medio para la validación de las metodologías, lineamientos y criterios propuestos en el marco de las demás actividades. Para el año 2015, la UPRA adelantó la zonificación de seis cadenas productivas a escala 1:100.000, entre ellas, la zonificación de aptitud para plantaciones comerciales de caucho (***Hevea brasiliensis***) en Colombia, la cual contó en sus diferentes fases con la activa participación de Fedecaucho, la CCC, gremios, productores y otros actores de la cadena productiva. Los resultados de esta zonificación deberán orientar los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural para este subsector.

Dentro de los objetivos específicos del proyecto referido están:

- Elaborar los lineamientos técnicos y metodológicos para la zonificación de aptitud comercial de caucho a escala 1:100.000, mediante la definición de los componentes, criterios y variables que inciden en la delimitación de áreas con aptitud.

- Definir los procesos de integración de los distintos criterios para la zonificación, así como identificar y estandarizar la información geográfica disponible en bases de datos asociadas.

- Elaborar, con base en la metodología propuesta, el mapa de zonas aptas para el cultivo comercial del caucho, escala 1:100.000.

La memoria técnica se encuentra dividida en los siguientes capítulos: en el primer capítulo se desarrolla un contexto general del tema, que incluye la importancia del sector cauchero a nivel internacional y nacional, así como el marco político y legal relacionado con el cultivo. En el segundo capítulo se describen los fundamentos conceptuales y metodológicos sobre las cuales se basa la zonificación de aptitud. En la tercera parte se plantea 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. La cuarta parte presenta los resultados obtenidos, identificando las áreas aptas para el cultivo comercial del caucho.

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

La zonificación de aptitud para las plantaciones comerciales de caucho natural en Colombia, a escala 1:100.000, contribuye a atender los objetivos y funciones de la UPRA, fortaleciendo el desarrollo de políticas del sector, priorizando la consolidación de posibles núcleos productivos y orientando inversiones a escala nacional o regional; es decir, la zonificación es parte del proceso de planificación agrícola y constituye una herramienta de carácter indicativo para la toma de decisiones.





I. ANTECEDENTES

En 2014 la UPRA formuló la zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales en Colombia, escala 1:100.000. Este estudio se orientó a identificar y delimitar las áreas con aptitud para la reforestación comercial, como base para el desarrollo técnico, ambiental y competitivo de esta actividad.

La zonificación consideró acercamientos metodológicos e información proveniente de diferentes entidades e incorporó los componentes físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos, así como los lineamientos legales y normativos que inciden en la delimitación de áreas con aptitud para plantaciones forestales con fines comerciales.

El mencionado estudio se tomó como base para el planteamiento del presente proyecto para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho natural en Colombia a escala 1:100.000. Este proceso contó con la participación activa de los gremios relacionados y se espera que los resultados sean una una herramienta práctica para los procesos de planificación y uso eficiente del suelo rural.

1.1 ANTECEDENTES SOBRE LA ZONIFICACIÓN DEL CULTIVO DE CAUCHO EN COLOMBIA

Uno de los primeros ejercicios de zonificación de áreas aptas para el cultivo del caucho fue elaborado en 1997 por Conif y el Minagricultura. Este estudio identificó 60 millones de ha potencialmente aptas para el cultivo de caucho después de descartar zonas con temperatura promedio menores de 20 °C, precipitaciones menores de 1500 mm y mayores de 5000 mm al año, con menos de 1500 horas de sol/año y zonas por encima de 1300 m s. n. m.; regiones con suelos calcáreos, mal drenados, muy superficiales, severamente erosionados y afloramientos rocosos; parques nacionales, santuarios de flora y fauna y reservas forestales protectoras. Se diferenciaron cinco categorías de aptitud (cuadro 1).

Cuadro 1. Zonas identificadas por la zonificación realizada por Conif

Categorías	Área (ha)
Zonas con restricciones climáticas menores	2.300.000
Zonas con restricciones climáticas mayores	8.400.000
Zonas de no escape potencialmente manejables	17.000.000
Zonas marginales por susceptibilidad al ataque de *Microcyclus ulei*	17.200.000
Zonas de exclusión por condiciones climáticas muy severas	15.400.000

Fuente de datos: Conif y Minagricultura (1997).

Como resultado de este se desarrolló el primer «Mapa de zonas de exclusión al cultivo del caucho en Colombia a escala 1:1.500.000». Adicional a lo anterior, se construyó el «Mapa de zonas potencialmente aptas para el cultivo del caucho a escala 1:1.500.000», el cual señala que el departamento del Vichada posee la mayor disponibilidad de tierras con aptitud para el cultivo de caucho, seguido por los departamentos de Guainía, Guaviare y Norte de Santander.

Es de resaltar que, a través de esta zonificación, se abordó por primera vez en el país el concepto de zona de escape. Sin embargo, en el estudio de Cenicaucho y Corpoica (2013) se indica que dicha zonificación presenta limitaciones, principalmente por la carencia de información climática.

En el año 2004, el PNUD desarrolló un programa de asistencia preparatoria para la formulación del proyecto de siembra de 50.000 ha de cacao y caucho en los departamentos de Antioquia y Córdoba, pues el modelo de zonificación tuvo como fin calificar el cordón cauchero-cacaotero. Esta zonificación tenía el

propósito de ser un indicativo que sirviera de guía para la planeación y la orientación de esfuerzos y recursos hacia las áreas más apropiadas para el fomento del cultivo de caucho y de cacao.

La metodología desarrollada se fundamentó en los siguientes aspectos: preselección de municipios, selección de áreas por condiciones del suelo, elaboración de mapas de pendientes, isoyetas e isotermas, ponderación de áreas por restricciones, determinación de zonas de escape para cultivo de caucho y estimación de áreas por núcleos.

El resultado final del ejercicio adelantado por el PNUD en 2004 estableció cuatro categorías que van desde óptimas hasta no aptas para el cultivo de caucho. A continuación, se describe cada una de las categorías:

- Áreas en condiciones óptimas o manejables: agrupa las áreas que han sido calificadas con valores de 1 a 3 e implica que, aunque pueden presentar algunas restricciones y podrían ser manejables con técnicas agronómicas.

- Áreas con restricciones menores: agrupa las áreas que se calificaron con valores de 4 a 6 y que, aunque presentan varias restricciones, podrían ser susceptibles de considerar, aunque requerirían de una selección más detallada.

- Áreas con restricciones mayores: calificadas con valores entre 8 y 12 y no recomendables para la siembra de los dos cultivos.

- Áreas no aptas para el cultivo: calificadas con valores superiores a 12, definitivamente no aptas para los dos cultivos.

Por otra parte, el *Plan para el fomento del cultivo de caucho en agroforestería en el departamento de Nariño* realizado por la Gobernación de Nariño y Fedecaucho desarrolló una zonificación que tenía como propósito identificar y localizar aquellas áreas que presentaran condiciones apropiadas para el fomento del cultivo de caucho, teniendo en cuenta características ecosistémicas y geográficas de este departamento.

En el estudio se generó un indicador cuantitativo en escala ordinal para calificar áreas aptas para el cultivo del caucho. La calificación se basó fundamentalmente en las restricciones de tipo agroecológico que pueda tener un área determinada. La zonificación parte de las características ideales que el cultivo debe tener en un lugar determinado. Estas características están relacionadas con aquellas condiciones que son muy difíciles o muy costosas de cambiar en un terreno, tales como la pendiente, la profundidad o las condiciones climáticas. De la calificación se excluyeron las variables que pueden ser manejadas con las tecnologías agronómicas convencionales tales como condiciones no extremas de fertilidad o riego. De esta manera, las áreas más adecuadas fueron calificadas en el primer orden y, de ahí hacia abajo, las demás que puedan presentar una o más restricciones.

Para el desarrollo del modelo se consideraron tres grupos de variables: variables climáticas (precipitación y temperatura); variables geomorfológicas (altitud y pendiente); y variables del suelo (textura, profundidad, contenido de piedras y gravas, condiciones de drenaje y acidez).

Los resultados y principales conclusiones de la zonificación se resumen a continuación:

- Se obtuvo un mapa escala 1:100.000 con las áreas potenciales para el cultivo de caucho en el departamento de Nariño.

- La zonificación identificó dos polos para el desarrollo del cultivo del caucho en el Nariño: uno en la costa pacífica y otro en la cordillera.

- Los resultados de la zonificación son aplicables a nivel regional a la hora de decidir dónde localizar recursos de inversión.

- Los resultados tienen el propósito indicativo para la planeación y la orientación de esfuerzos y recursos hacia las áreas más apropiadas para el fomento de este cultivo, a una escala que represente impactos regionales y nacionales en los mercados de este producto.

- Se clasificaron las zonas en las siguientes categorías: a) áreas en condiciones óptimas o manejables; b) áreas con restricciones menores: presentan varias restricciones que podrían ser susceptibles de considerar; c) áreas con restricciones mayores: no recomendables para la siembra del cultivo; y d) áreas no aptas para el cultivo.

En 2011, Cenicaucho y Corpoica (2013) adelantaron un trabajo denominado «Modelo de zona de escape para el cultivo del caucho», el cual parte del ejercicio desarrollado por Conif en 1997. Según el trabajo en mención, el modelo de zona de escape para el cultivo del caucho es una representación de un fenómeno dependiente de las variables de clima, fenología del árbol de caucho y biología del patógeno *M. ulei*, así como de sus interacciones. Por tanto, la ausencia de incidencia de la enfermedad en periodos cortos no es suficiente para identificar una determinada área como zona de escape; igualmente, se debe considerar que las variaciones estacionales en el comportamiento del clima, el tipo de arreglo agronómico de los cultivos y las coberturas asociadas del paisaje pueden promover el desarrollo del patógeno, al aumentar la provisión de inóculo y modificar la duración del periodo con condiciones favorables durante los estados de receptividad del huésped.

En el modelo se tomaron como punto de partida las proyecciones que elaboró el proyecto WorldClim y se realizó un ajuste de la resolución de mapas de aptitud climática para el cultivo del caucho que, en conjunto, con las condiciones de suelos que caracterizan a zonas del piedemonte y la altillanura, permitieron establecer una escala entre 1 y 100 que abarcaba desde zonas marginales hasta excelentes, por debajo de 1200 m s. n. m.



1.2 CONTEXTO SECTORIAL

1.2.1 EL CULTIVO DE CAUCHO NATURAL EN COLOMBIA

El origen del caucho natural se remonta a las llanuras de la región amazónica y la Orinoquia en América del Sur, distribuido ampliamente en Colombia, Brasil, Bolivia, Guyana Francesa, Perú, Surinam y Venezuela (Compagnon, 1998). Su cultivo se extiende a lo largo de la zona intertropical terrestre (Cenicaucho y Corpoica, 2013).

El caucho natural se obtiene a partir del sangrado de la corteza de algunas especies del género ***Hevea***, familia Euphorbiaceae, entre las que se encuentran ***Hevea brasiliensis***, ***H. benthamina***, ***H. carmagoana***, ***H. camporum***, ***H. guianensis*** y ***H. microphyla***, entre otras (Martínez ***et al.***, 2006). Sin embargo, la única especie que se cultiva con el propósito de extraer látex es ***H. brasiliensis*** [(Willd. Ex Adr. de Juss.) Muell. - Arg.].

Torres (1999) señala que la primera descripción científica detallada fue realizada gracias a Charles Marie de la Condamine, quien en 1736 envió muestras recolectadas en Perú y Ecuador a la Academia de Ciencia Francesa con la siguiente descripción: «Crece en la provincia de Esmeraldas un árbol llamado por los naturales "Heve" o "Hieve", escurre con solo un corte un líquido blancuzco parecido a la leche el cual se coagula y se endurece poco a poco con el aire. Los habitantes se alumbran con el prendiéndolo sin utilizar mecha dando una claridad bien bella...». Igualmente, informó que este árbol se encontraba a orillas del río Amazonas, donde era llamado «caucho» por los indígenas, de donde se deriva su nombre actual. En Francia, François Fresneau realizó la primera descripción botánica en 1749, en 1763, J. J. Fusee Aublet le asignó el género ***Hevea*** y en 1866, J. Muller Argoviensis lo confirmó científicamente.

La explotación de caucho en Colombia inició hacia 1850 en las riberas de los ríos Sinú, Atrato y San Jorge. El método de extracción consistía en derribar los árboles una vez dejaban de sangrar, lo cual llevó a que desaparecieran en menos de 20 años. Como consecuencia, la explotación se trasladó a las selvas del Pacífico e interior del país, donde los bosques de caucho no eran muy abundantes, por lo que también fueron agotados en pocos años; posteriormente, la explotación se realizó en el sur del Tolima, Caquetá y Llanos Orientales (Martínez ***et al.***, 2006).

A finales del siglo XIX la explotación continuó en la Amazonía, donde coincidió con las explotaciones en Perú y Brasil. La extracción intensiva de caucho en esta región finalmente decreció a causa del desarrollo de las plantaciones de caucho en Asia. Para la misma época, se realizaron los primeros intentos de establecer plantaciones de caucho en Chocó, Chaparral y Llanos Orientales, los cuales no prosperaron (Martínez ***et al.***, 2006).

Según Torres (1999), el primer ensayo del cultivo de caucho con fines industriales en Colombia se hizo a principios del siglo XX a las orillas del río Mira, en el municipio de Tumaco, departamento de Nariño. En 1941, el USDA promovió el cultivo tecnificado del caucho en Antioquia y Valle del Cauca.

En 1964 el Incora inició los estudios ecológicos necesarios para adelantar un programa de heveicultura en Colombia y se identificó el hoy departamento de Caquetá como una región óptima para el cultivo. Gracias a los buenos resultados económicos y sociales, se fomentó la siembra en regiones como Putumayo, Guaviare, Meta y Vaupés (Torres, 1999).

Entre 1988 y 1994 la Federación Nacional de Cafeteros fomentó el cultivo de caucho en la zona cafetera marginal baja, para sustituir cafetales con problemas fitosanitarios y de baja productividad en Caldas, Cundinamarca y Tolima (Torres, 1984). En la década de 1990 el Plan Nacional de Rehabilitación (PNR) desarrolló proyectos de fomento y amplió el radio de acción a Santander, Arauca y Casanare.

De acuerdo con la Secretaría Técnica Nacional del Caucho (2013), citada por Sterling y Melgarejo (2014), a diciembre de 2013 se reportaban en Colombia 44.100 ha cultivadas de caucho, equivalentes a 3950 t/año, constituidas

principalmente por clones introducidos de origen asiático, africano y americano. Caquetá tiene la mayor tradición cauchera de Colombia y es el tercer departamento en área sembrada con 6017 ha, de las cuales 1581 ha eran plantaciones en etapa productiva (Asoheca, 2014, citado por Sterling ***et al***., 2014).

La ***Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural*** propuesta por Minagricultura (Castellanos, Fonseca y Barón, 2009) resalta que, dentro de los cultivos de tardío rendimiento considerados en la ***Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020***, se encuentra el cultivo de caucho natural, cultivo que, a pesar de contar con una tradición importante en el país, sólo hasta años recientes presentó un notorio crecimiento, cuando la dinámica de ampliación de cultivos en las diferentes regiones heveícolas de Colombia se activó. Adicionalmente, el caucho natural cuenta con una significativa participación como materia prima para una gran variedad de productos terminados, desde llantas hasta artículos de consumo masivo como guantes.

1.2.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La taxonomía del caucho aceptada corresponde al reino: Plantae (vegetal, plantas); subreino: Viridiplantae; infrareino: Streptophyta (plantas de la tierra); superdivisión: Embryophyta; división: Tracheophyta (plantas vasculares, traqueofitas); subdivisión: Spermatophytina (espermatofitas, fanerógamas); clase: Magnoliopsida; superorden: Rosanae; orden: Malpighiales; familia: Euphorbiaceae; género: ***Hevea*** (Aubl.); especie: ***Hevea brasiliensis*** (Willd. Ex A. Juss.) Müll. Arg. - árbol de goma (***Hevea brasiliensis*** [(Willd. Ex Adr. deJuss.) Muell. – Arg.].

La especie presenta sinónimos como: ***Hevea brasiliensis*** fo. ***acreana*** (Ule) Ducke; ***H. brasiliensis*** fo. ***angustifolia*** (Ule ex Huber) Ule; ***H. brasiliensis*** fo. ***latifolia*** (Ule ex Huber) Ule; ***H. brasiliensis*** fo. ***randiana*** (Huber) Ducke; ***H. brasiliensis*** var. *acreana* Ule, ***H. brasiliensis*** var. ***angustifolia*** Ule ex Huber; ***H. brasiliensis*** var. *janeirensis* (Müll. Arg.) Pax; ***H. brasiliensis*** var. ***latifolia*** Ule ex Huber; ***H. brasiliensis*** var. ***randiana*** (Huber) Pax; ***H. brasiliensis*** var. ***stylosa*** Huber; ***H. granthamii*** Bartlett; ***H. janeirensis*** Müll. Arg.; ***H. paludosa*** Ule; ***H. randiana*** Huber; ***H. randiana*** Huber; *H. sieberi* Warb.; ***Siphonia brasiliensis*** Kunth; y ***Siphonia brasiliensis*** Willd. ex A. Juss.



upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1.2.1.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y MORFOLOGÍA

El árbol de caucho es una planta monoica con racimos de flores masculinas y flores femeninas en la misma inflorescencia.

En la selva tropical, el caucho (*H. brasiliensis*) se encuentra en competencia con otros árboles, su corona se forma en los estratos superiores a 20-30 m del suelo y su tronco es recto, levemente dilatado en la base, de corteza fina, verde, ascendente y copa angosta. Puede sobrepasar 40 m de altura y su circunferencia, pasar los 5 m. En una plantación, por otra parte, como el aumento del diámetro está fuertemente limitado por la sangría y la explotación intensiva, la altura del árbol no supera 20 m (Torres, 1999).

El sistema de raíces del árbol de caucho es pivotante y lateral. La raiz pivotante es responsable del anclaje de la planta y de la toma de nutrientes y agua; alcanza entre 5 y 16 m de profundidad y detiene su crecimiento en presencia de rocas, capas endurecidas o nivel freático alto permanente. Las raíces laterales son superficiales, superan 10 m de largo y están provistas de pelos absorbentes (Torres, 1999).

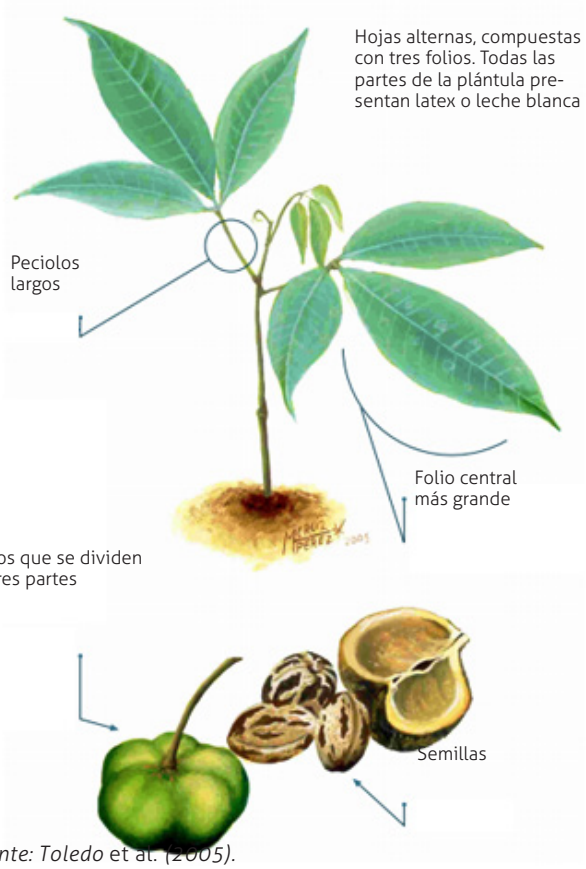
El caucho se caracteriza por tener hojas compuestas, trifoliadas, con periodos de 10 a 15 mm de largo, con un par de glándulas o nectarios. Las láminas foliares son oblanceoladas y obovadas agudas en el ápice y la base, tienen de 10 a 15 cm de longitud y de 5 a 9 cm de ancho, haz verde brillante y envés color verde claro y opaco (Torres, 1999). El árbol de caucho tiene la particularidad de que renueva sus hojas anualmente a partir de su sexto año de vida; este periodo de defoliación-refoliacion se presenta en la época seca.

Las flores son pequeñas, color amarillo claro y reunidas en racimos que aparecen después de la caída de las hojas. Los frutos están constituidos por una cápsula de tres o cuatro celdillas que contienen una semilla cada una (Torres, 1999).

La corteza del tronco es la parte más importante del caucho, pues contiene los órganos productores de látex; no obstante, el sistema laticífero se encuentra en todo el árbol, raíces, pecíolos, ramas, frutos y tronco. La sangría del caucho se realiza con una cuchilla con la cual se raya sin tocar ni herir el cambium, ya que reacciona con una mala recuperación de la corteza. El látex contenido en los mantos laticíferos seccionados escurre inmediatamente se hace el corte de los vasos laticíferos (Torres, 1999).

El látex es una sustancia coloidal de color blanco o crema que contiene las partículas de caucho; está compuesto de 30 % a 36 % de hidrocarburo del caucho, 0,5 % de cenizas, 1,5 % de proteínas, 2 % de resina y 0,5 % de quebrachitol. El caucho natural es un producto obtenido por medio de la coagulación del látex emanado del árbol.

Figura 1. Principales características morfológicas del caucho (*H. brasiliensis*).



Fuente: Toledo et al. *(2005).*



1.2.2.2. MATERIAL GENÉTICO

Existe una amplia variabilidad genética del caucho. En general, se cuenta con clones asiáticos y americanos. En Asia se destacan instituciones con importantes programas de mejoramiento genético, entre ellas, el Rubber Research Institute of Malasia (RRIM), el Rubber Research Institute of India (RRII), el Rubber Research Institute of Sri Lanka (RRSL) y el Rubber Research Institute of Ceylan (RRIC), que han desarrollado una cantidad importante de clones caracterizados por la alta producción de látex, pero muy susceptibles al mal suramericano de la hoja del caucho (South American Lefth Blight (SALB)), causada por el hongo ***Microcyclus ulei*** (Cenicaucho y Corpoica, 2013).

Los principales programas de mejoramiento genético de caucho americano son de Brasil; se destacan las series IAN (Instituto Agronômico do Norte) y FX (cruzamientos entre clones de la Ford Motor Company y clones orientales), con resistencia a algunas razas de ***M. ulei*** y los clones de la serie SIAL (Selección Instituto Agronómico del Leste), del programa de mejoramiento genético de la Ceplac (Comissao Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira), con resistencia a algunas enfermedades foliares y algunos con estructuras de copa ideales para el desarrollo de sistemas agroforestales con especies como ***T. cacao*** (Bonadie ***et al.***, 2012). Otro programa de Brasil, en convenio con el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) de Francia y la Michelin, se ha enfocado en el desarrollo de clones con resistencia durable al SALB, como los de las series CDC y FDR. Actualmente, algunos de estos clones (CDC 56, CDC 312, FDR 4575 y FDR 5597) se evalúan , en campos de observación a gran escala (Sterling y Rodríguez, 2012) en la Amazonía colombiana.

En el departamento del Caquetá, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi), la Universidad de la Amazonía y la Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá (Asoheca) iniciaron en 2008 el primer programa de mejoramiento genético de ***H. brasiliensis*** a partir del rescate del germoplasma local procedente de 99 materiales francos élites, obtenidos por polinización cruzada natural (origen sexual) en fincas de productores. Según Torres (1999), la base genética de origen policlonal, a partir de la cual se originaron los genotipos francos élites, se remonta a las primeras fases del programa de fomento cauchero impulsado desde el año 1964 por el Incora y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas (ITC), con el apoyo del Institut de recherches sur le caoutchouc (IRCA) y el USDA.

Estas instituciones promovieron la importación de 48 clones de origen asiático, africano y americano, de los cuales se establecieron en sitio definitivo 11 clones: FX 25, FX 3864, FX 2261, IAN 873, IAN 713, IAN 710, PB 86, HARBEL1, AVROS 308, RRIM 513 y RRIM 600 (Torres, 1984). Según Sterling y Melgarejo (2014), el 50 % de los materiales élites de origen franco caracterizados morfológicamente posee una variabilidad genética que no sólo difiere de los clones tradicionales de la región (IAN 710, IAN 873 y FX 3864), sino que, teniendo en cuenta sus características agronómicas y fitosanitarias sobresalientes, es posible que su origen se remonte a los parentales americanos resistentes al SALB, los clones FX 25 y FX 2261 (linaje F: Ford, F 351 y F 1619, respectivamente) y los parentales asiáticos productivos de la serie AVROS (AVROS 49, AVROS 183 y AVROS 308), principalmente (Sinchi, 2011).

1.2.3. ASPECTOS FITOSANITARIOS

Existen diferentes enfermedades y plagas que pueden presentarse en los cultivos de caucho natural y generar considerables pérdidas económicas. La mayoría de enfermedades son causadas por hongos y se presentan en la parte foliar durante cualquier etapa del ciclo de vida del árbol. Pueden ocasionar muerte descendente o retraso del crecimiento en plántulas en vivero y reducción en la producción de látex o muerte en arboles adultos.

De acuerdo con Castro (2011), citado por Uniandes (2017), las dos enfermedades foliares más limitantes para el cultivo del caucho natural en Colombia son el mal suramericano de las hojas (SALB), ocasionada por el hongo *Microcyclus ulei*, y la antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum* sp., patógenos que pueden llegar a ocasionar la defoliación total de los árboles.

Las enfermedades foliares afectan la fotosíntesis de las plantas y la productividad y están ligadas a las condiciones climáticas de las zonas caucheras; en regiones con muy altas precipitaciones que favorecen la presencia e incremento de los patógenos, obligan al uso de clones para cada zona y al estudio de factores climáticos que propicien el «escape» a estas enfermedades.

Las enfermedades que se detallan a continuación se presentan en viveros, jardines clonales y cultivos jóvenes:

- **Mal suramericano de las hojas** (*Microcyclus ulei*)**:** principal enfermedad del caucho en América; se encuentra ampliamente distribuida en todas las zonas productoras de Colombia, América Central y del Sur y es el principal limitante para el establecimiento de nuevos cultivos. El hongo ataca hojas jóvenes en desarrollo, ocasionando su caída prematura, con disminución de la actividad fotosintética del árbol y, por tanto, la producción de látex (con una reducción entre 20 % y 75 %). De acuerdo con el grupo técnico Procaucho (2012), citado por Uniandes (2017), en condiciones ambientales favorables (humedad relativa mayor a 95 % por diez horas consecutivas durante un periodo mínimo de 12 noches por mes y temperatura entre 21 °C y 26 °C), puede llegar a causar la defoliación total del árbol. El control se puede hacer mediante el establecimiento de cultivos en zonas de escape, es decir, en regiones que tienen una estación seca al menos de cuatro meses, con humedad relativa de 65 % en esta época seca y precipitación de 3000 mm a 5000 mm y con 900 mm de evapotranspiración potencial. En Colombia, se consideran como zonas de escape la Orinoquia, zonas del Magdalena Medio y algunas zonas comprendidas entre Antioquia y Córdoba (ICA, 2012).

- **Antracnosis** (*Collectotrichum gloeosporiodes*)**, fase sexual:** *Glomerella cingulata***:** se presenta con pérdidas de follaje y disminución del índice de área foliar en viveros, jardines clonales y plantas adultas; limita la producción al ocasionar la muerte de los tejidos jóvenes afectados. Inicialmente, aparecen manchas oscuras e irregulares en las hojas y luego el tejido comienza a necrosarse. La antracnosis puede ocasionar la muerte de la yema terminal en plantas jóvenes, dando lugar al necrosamiento descendente del tallo. La enfermedad es favorecida por humedad relativa mayor o igual a 90 % durante 13 días consecutivos. El hongo puede ocasionar la caída secundaria de las hojas cuando los árboles están produciendo nuevo follaje luego de su periodo de defoliación natural; los árboles se debilitan, hay muerte de ramas terminales y, como consecuencia, pérdida de la producción de látex (ICA, 2012; Castro, 2011, citado por Uniandes, 2017).

- **Costra negra** (*Phyllacora huberi*)**:** enfermedad endémica en la mayoría de los departamentos caucheros de Colombia; se encuentra en viveros, jardines clonales y cultivos adultas. En la mayoría de los casos, las lesiones afectan el 50 % de la lámina foliar, reduciendo la capacidad fotosintética y, por tal razón, el área foliar, la producción de carbohidratos y la extracción de látex.

- **Mancha negra o caída anormal de las hojas** (*Phytophthora* spp.)**:** se presenta en viveros y jardines clonales; en árboles en proceso de refoliación ataca todos los órganos del árbol (foliolos pecíolos, ramas, tronco

y frutos). Se estima que las pérdidas en la producción de látex pueden variar entre 40 % y 50 % por efecto de la enfermedad.

- **Mal del machete o moho ceniciento del panel** (*Ceratocystis fimbriata*)**:** se encuentra en todas las regiones productoras de caucho y afecta otras especies cultivadas en la zona como cítricos, cacao y café.

- **Mal rosado o rubeola** (*Corticium salminicolor*)**:** genera daños de color pardo o rosado en el tronco del caucho; tiene alta incidencia en periodos de presangría y sangría, y puede ocasionar pérdidas del orden de 10 % en la producción.

Por otra parte, las principales plagas del cultivo de caucho, reportadas por el ICA (2012), son:

- **Gusano cachón** (*Erinnyis ello*)**:** las larvas se alimentan de hojas, tallos tiernos y brotes. Los ataques más severos causan defoliación completa de la planta y de los brotes. Para detectar y monitorear poblaciones de la plaga se recomienda el uso de trampas de luz negra (tipo BL o BLB) que atrapan adultos en vuelo, aprovechando su hábito nocturno. La trampa de luz es una herramienta para decidir sobre la aplicación de bioplaguicidas o la liberación de parásitos y predadores en poblaciones altas de la plaga (ICA, 2012).

- T**ermitas o comején** (*Captotermes curvignathus*)**:** las termitas en viveros pueden ocasionar pérdidas de material de siembra, entre 40 % y 100 %; penetran en la raíz por heridas y pueden causar secamiento o muerte del *stump*. Para su manejo se deben destruir los termiteros, recolectar ramas y tallos secos que generen focos de posibles ataques en lotes donde haya presencia del insecto, eliminar los focos del comején, principalmente troncos viejos dentro del lote o alrededor de él.

- **Hormiga arriera** (*Atta* **sp.)****:** se alimenta de un hongo que cultivan en las cámaras de almacenamiento dentro del hormiguero; este hongo se alimenta de las partes de las plantas que les llevan las hormigas, lo cual es una simbiosis mutualista entre el hongo y la hormiga. Las hormigas hacen cortes semicirculares en las hojas y, en ataques severos, también cortan las yemas. El ataque de una alta población de hormigas obreras genera defoliación de las plantas. Los insectos llevan las partes cortadas al hormiguero bajo la superficie del suelo, donde las mastican y forman una pasta; sobre esta crece el hongo *Rhozites gongylophora*, del cual se alimenta la hormiga reina.





1.2.4. RECOMENDACIONES DE MANEJO DEL CULTIVO

La decisión de siembra de un cultivo comercial de caucho 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 respondan a los requerimientos de sostenibilidad ambiental, productividad y competitividad.

El conjunto de labores y prácticas culturales realizadas de manera eficiente y oportuna en vivero, injertación, trasplante, limpiezas, drenajes, podas, riego, manejo fitosanitario, fertilización y extracción de látex serán elementos indispensables para optimizar la productividad del cultivo comercial de caucho.

1.2.4.1. PREVIO A LA SIEMBRA

El productor de caucho natural 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 las plantaciones comerciales de caucho 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 físico (clima, propiedades de los suelos, riesgo fitosanitario), socioecosistémico (posible impacto en el medio ambiente) y socioeconómico (costos de producción, acceso a infraestructura, tecnología, comunicaciones y mercados).

Se recomienda el establecimiento de plantaciones de caucho natural en zonas que cuenten con suficiente infraestructura de vías, servicios públicos, mano de obra y mercados, que le permitan al productor la extracción de látex y así mejorar la rentabilidad del negocio.

De acuerdo con los requerimientos de cada clon, y debido a los rangos de adaptación del cultivo, será necesario hacer una selección adecuada del material de siembra. Las semillas sexuales deben provenir de productores autorizados en Colombia o, en el caso de ser importadas, tener certificación de la autoridad competente del país

de origen (semilla tipo A). En el caso de utilizar semillas seleccionadas (tipo B), se recomienda que provengan de árboles productivos, sanos y vigorosos, con las características deseables para el establecimiento del nuevo cultivo.

Para la germinación, la semilla no debe tener reposo superior a ocho días, debido a que pierde su viabilidad, en detrimento de su calidad fisiológica. En germinador, se recomienda mantener húmedo el sustrato para que la germinación sea rápida y uniforme.

El caucho natural se propaga en vivero de forma vegetativa por injerto de yemas, las cuales se deben obtener de varetas procedentes de árboles altamente productivos y sanos de jardines clonales debidamente identificados; el sistema de injertación deberá garantizar el normal desarrollo de las futuras plantas. En esta etapa, se recomienda el manejo fitosanitario de las plántulas, que evite pérdidas en el futuro establecimiento en campo.

1.2.4.2. DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO

Antes del establecimiento de las plantas de caucho natural en el sitio definitivo, se debe realizar una limpieza del lote y eliminar especies que les generen sombrío. Para el trazado del cultivo, se deben identificar los sitios en que se ubicarán las plantas tanto de caucho como especies de cobertura, como el kudzú (***Pueraria phaseoloides***), el desmodium (***Desmodium ovalifolium***), el maní forrajero (***Arachis pintoi***) o las especies asociadas en sistema de agroforestería (cacao, fríjol, ahuyama, maracuyá, ají, heliconias, entre otras) durante los primeros cuatro años de establecimiento, cuando las plantas aún no son productivas.

Para la densidad de siembra y su arreglo (asociado o monocultivo) se deberán tener en cuenta las condiciones climáticas, así como las propiedades físicas y químicas de los suelos; se aconseja no establecer más de 500 plantas/ha. La resiembra es una práctica necesaria para lograr la población definitiva de plantas, que evite sitios vacíos en el predio cultivado. Esta se debe hacer antes de los seis meses de la siembra principal.

Un adecuado plan de fertilización es la base de una alta producción de látex. Es necesario hacer toma de muestras de suelos para realizar determinación de sus propiedades y el balance de minerales, de materia orgánica y demás parámetros.

Por su parte, las podas como práctica relacionada con la corrección de defectos en la estructura del árbol (formación), mantenimiento de los árboles, manejo fitosanitario y rehabilitación del cultivo son indispensables para el normal desarrollo de la explotación comercial del látex y permiten aumentar la vida útil del cultivo, por lo que se hace necesario adelantarlas, de acuerdo con las recomendaciones locales de manejo.





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 con agentes biológicos, así como 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, frecuencias de aplicación, mezclas, rotación de los mecanismos de acción y los periodos de carencia.



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



1.2.4.3. EN LA SANGRÍA Y RECOLECCIÓN DE LÁTEX

La sangría del látex debe iniciarse con árboles que tengan un tronco con mínimo 50 cm de diámetro, 120 cm de altura y corteza con un espesor de 0,7 cm, lo que corresponde, aproximadamente, a entre seis y ocho meses después de la siembra.



La sangría, método de extracción del látex, debe contar con las herramientas y elementos mínimos para desarrollar exitosamente la operación; se debe contar con una cuchilla bien afilada para el rayado y los demás elementos como banderola, canaletas, tazas de recolección, lija y calibrador de espesor de la corteza.



No se deben sangrar árboles muy jóvenes o que se encuentren enfermos, con desórdenes fisiológicos, defoliadas o con ramas quebradas. El sangrado preferiblemente se debe realizar en la mañana o, si hay lluvias, en la tarde. En función de la edad de los árboles es necesario considerar tiempos de descanso y alternancia de extracción, así como la estimulación de los árboles con etephon (generador de etileno), para aumentar la capacidad de la extracción de látex durante la vida útil del cultivo.

1.3 CONTEXTO MUNDIAL

1.3.1. PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CAUCHO NATURAL

La producción mundial promedio de caucho natural en el periodo 2008-2012 fue de 10.580.000 t (Sioc, 2014). Asia concentró la mayor parte de la producción mundial, con una participación del 86 %, seguido por América del Sur, que abarcó el 3 % y África, con el 2 % (cuadro 2).

Cuadro 2. Producción mundial de caucho por continente, 2008-2012 (miles de t)

Continente y subcontinente	Años				
	2008	2009	2010	2011	2012
Asia	9014	8637	9195	9878	8860
América Latina	247	253	266	276	277
África	194	203	232	234	265
Resto del mundo	673	597	713	686	2201
TOTAL	**10.128**	**9.690**	**10.406**	**11.074**	**11.603**

Fuente de datos: Sioc (2014).

Los principales productores durante este periodo se concentraron en el continente asiático, donde en 2012 sólo los países del sureste alcanzaron 7.452.000 t, representando el 64 % de la producción mundial. Las zonas sur y oriente del continente alcanzaron el 4 % y el 8 % del total mundial, respectivamente, con una producción cercana a 1.408.000 t. Tailandia se consolidó como el principal país productor de este continente y del mundo entre 2008 y 2011: su producción alcanzó poco menos de 3.400.000 t en 2011 y presentó un incremento promedio anual de 3 %.

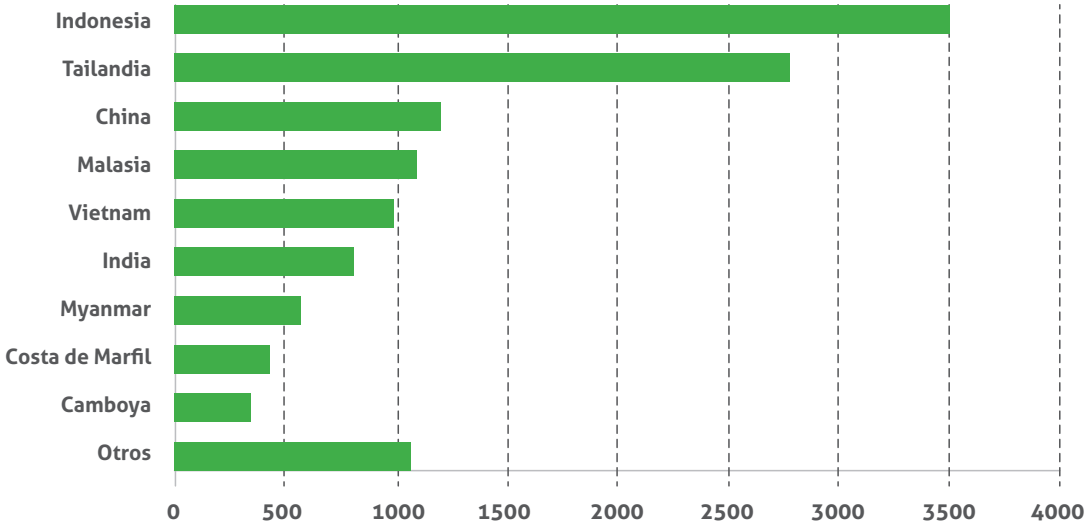
De los países de América Latina, Brasil ocupó el primer lugar con 1,3 % de la producción mundial, seguido por Guatemala, México, Bolivia y Ecuador; en conjunto, estos países participaron con el 1,2 % de la producción mundial; cerca del 68 % corresponde a Guatemala.

Según cifras de la SIOC (2014), para el año 2012 Colombia alcanzó una producción de 3306 t, equivalente al 0,03 % de la producción mundial y a 1,19 % de la producción de América Latina, cifra poco significativa con relación a la producción promedio mundial en ese mismo periodo (1.054.855 t).

Para el año 2015, el total del área plantada de caucho natural en el mundo era de 12.754.800 ha (Castiblanco, 2015). La figura 2 muestra que Indonesia fue el principal productor, con 3.492.000 ha (27,4 %); seguido por Tailandia, con 2.785.000 ha (21,8 %); China, con 1.195.000 t (9,4 %); Malasia, con 1.071.000 ha (8,4 %); y Vietnam, con 978.000 ha (7,7 %). Estos cinco países reúnen cerca de las tres cuartas partes del área mundial de caucho natural en el mundo.

Por otra parte, 65,7 % del consumo mundial de caucho natural está concentrado en Asia, seguido de Europa y EE. UU., los cuales consumen cerca del 20,6 % del total; en menor cuantía participan América Latina, con 4,4 %, y el resto del mundo, con 9,3 % (cuadro 3).

Figura 2. Área sembrada de los principales países productores de caucho natural en el mundo (2015)



Fuente de datos: Castiblanco (2015).

Cuadro 3. Consumo mundial de caucho por continente 2008-2012

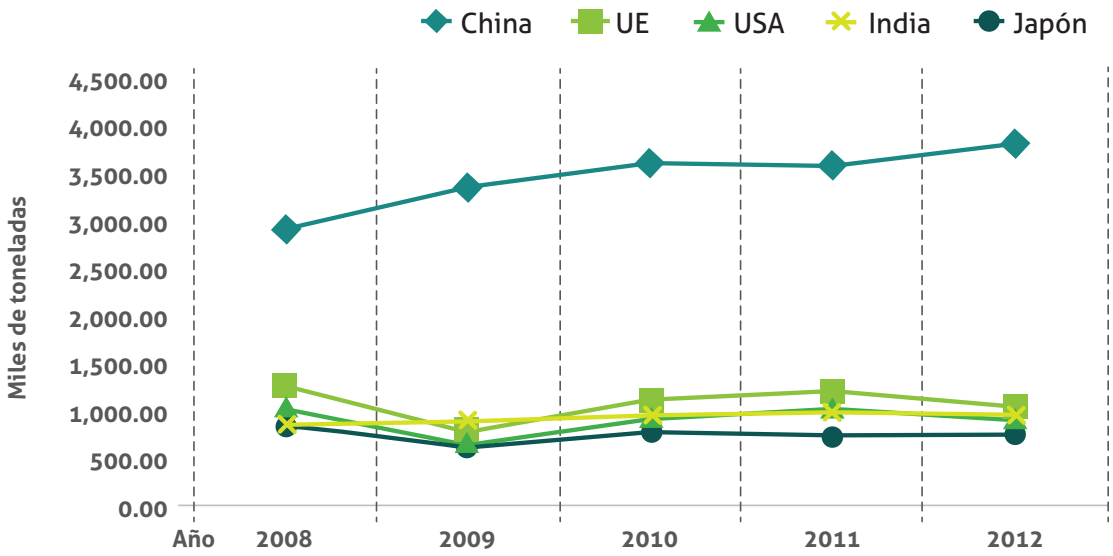
Continente y subcontinente	Miles de toneladas				
	2008	2009	2010	2011	2012
Asia	6343	6475	7107	7039	7389
Europa	1257	830	1132	1223	1.07
Norte América	1.179	790	1.071	1.165	1.088
América Latina	467	381	495	472	477
Resto del mundo	930	854	1023	1021	1042
TOTAL	**10.175**	**9.330**	**10.828**	**10.919**	**11.067**

Fuente de datos: Sioc (2014).

De acuerdo con el SIOC (2014), con base en el informe IRSG de abril-junio de 2014, se evidencia una tendencia creciente en el consumo de caucho natural en el mundo, con 11.067.000 t en 2012.

Los principales países consumidores de caucho en el mercado mundial son la China (33 %); los países pertenecientes a la Unión Europea (11 %), en segundo lugar; EE. UU. y la India, con una participación del consumo mundial en igual cuantía (9 %); mientras Japón lo hizo con 7 % (figura 3).

Figura 3. Principales países consumidores de caucho natural a nivel mundial (2008-2012)



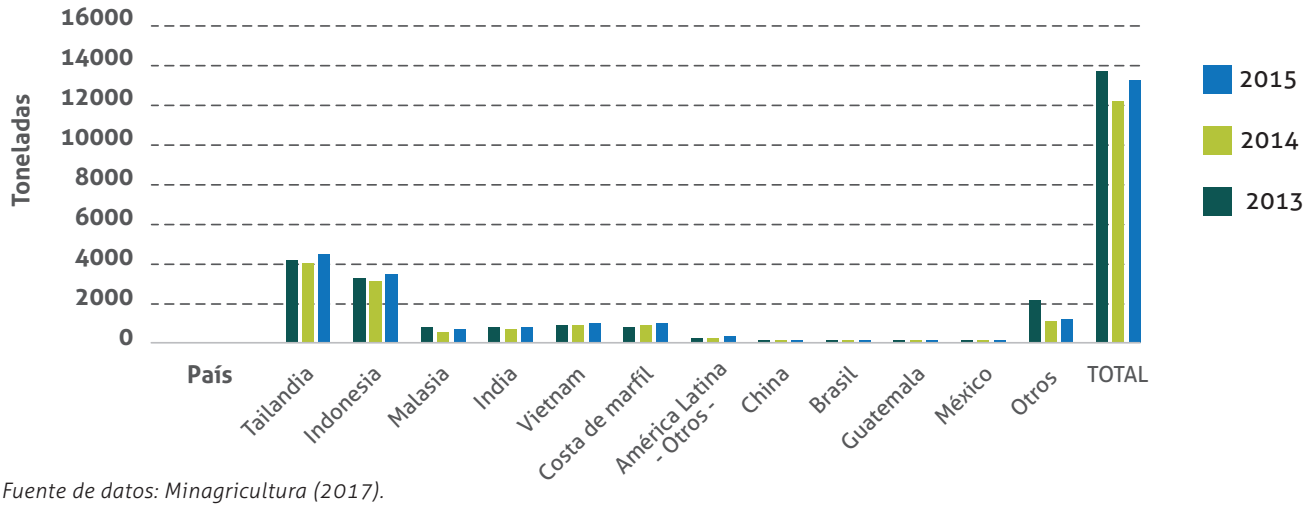
Fuente de datos: Sioc (2014).

1.3.2. DINÁMICA DE MERCADOS A NIVEL GLOBAL

El consumo global del caucho natural se incrementó alrededor del 40 % en el primer trimestre de 2014, mientras que la producción del mismo se redujo cerca de 1,2 % (Minagricultura, 2017). En la figura 4 se presenta el comportamiento de la producción del caucho natural, en la que es posible evidenciar que se han mantenido niveles por encima de doce mil millones de toneladas, con un máximo de 13.641 toneladas en el año 2013, una leve caída en 2014 y un recuperación para el año 2015. Para este último año, Tailandia, indonesia y Vietnam representaron el 67,25 % de la producción mundial, con cerca de nueve mil millones de toneladas.



Figura 4. Producción de caucho a nivel mundial (2013 a 2015)



Fuente de datos: Minagricultura (2017).

1.4. CONTEXTO NACIONAL

De acuerdo con el Minagricultura (s. f.), el cuadro 4 y la figura 5 permiten observar el comportamiento del área sembrada y del área cosechada en caucho natural en Colombia entre 2007 y 2014.

Cuadro 4. Área sembrada y área cosechada en caucho natural en Colombia (2007-2014)

Año	Área sembrada (ha)	Área cosechada (ha)
2007	18.265	2598
2008	25.242	2931
2009	33.031	4056
2010	39.818	5123
2011	41.352	7501
2012	44.207	6619
2013	49.055	8932
2014	54.723	12.927

Se observa un significativo crecimiento en área sembrada (200 %) y del área cosechada (400 %) durante el periodo analizado.

De acuerdo con Proexport, citado por Agroforestal (2017), en Colombia, hasta el año 2014, existían aproximadamente 3178 ha en producción y 47.047 ha en sostenimiento. Los departamentos con mayor área en producción reportados

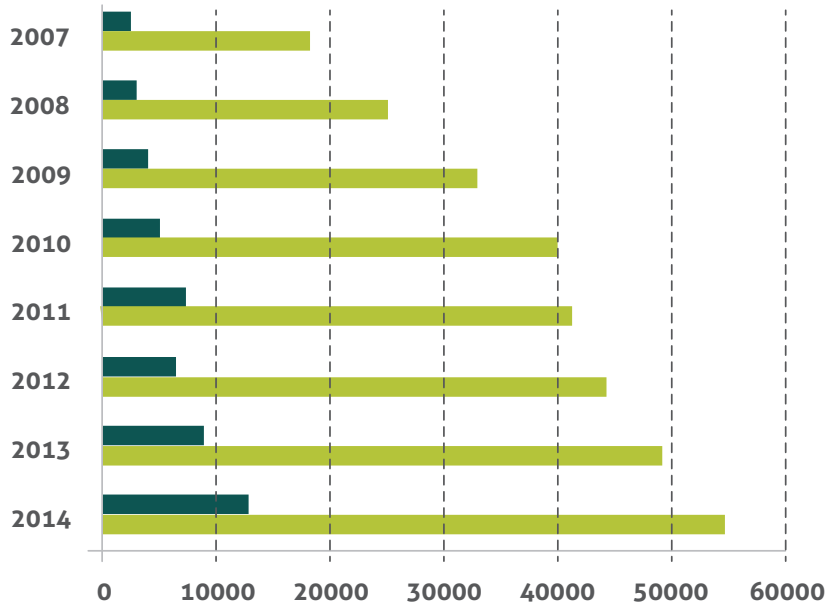


Figura 5. Área sembrada y área cosechada en caucho natural en Colombia (2007-2014)

Fuente: de datos Minagricultura (s.f.).

son: Caquetá (1172,3 ha), seguido por Meta, Santander, Caldas y Antioquia, las cuales sumaban 1632,3 ha. Los departamentos que tienen la mayor área en etapa de sostenimiento son Meta, Vichada y Santander (34.311 ha), áreas potenciales para entrar a etapa productiva los próximos años.

De acuerdo con la CCC (2015a), en el año 2014 el área existente de caucho natural en Colombia llegó a 52.221,7 ha. Para este mismo año, el departamento del Meta se consolidó con la mayor superficie sembrada (18.498,3 ha), seguido por Vichada (9850,3 ha) y Santander (7923,9 ha). Los departamentos con mayor producción fueron Meta (18498,3 t) Vichada (9850,3 t) , Santander (7923,9 t), Caquetá (4471,9 t) y Antioquia (3755,9 t). Los departamentos que tienen la mayor área en etapa de sostenimiento, es decir, los que presentan el mayor potencial productivo en los próximos años, son Meta, Vichada y Santander (en conjunto suman 34.310,6 ha).

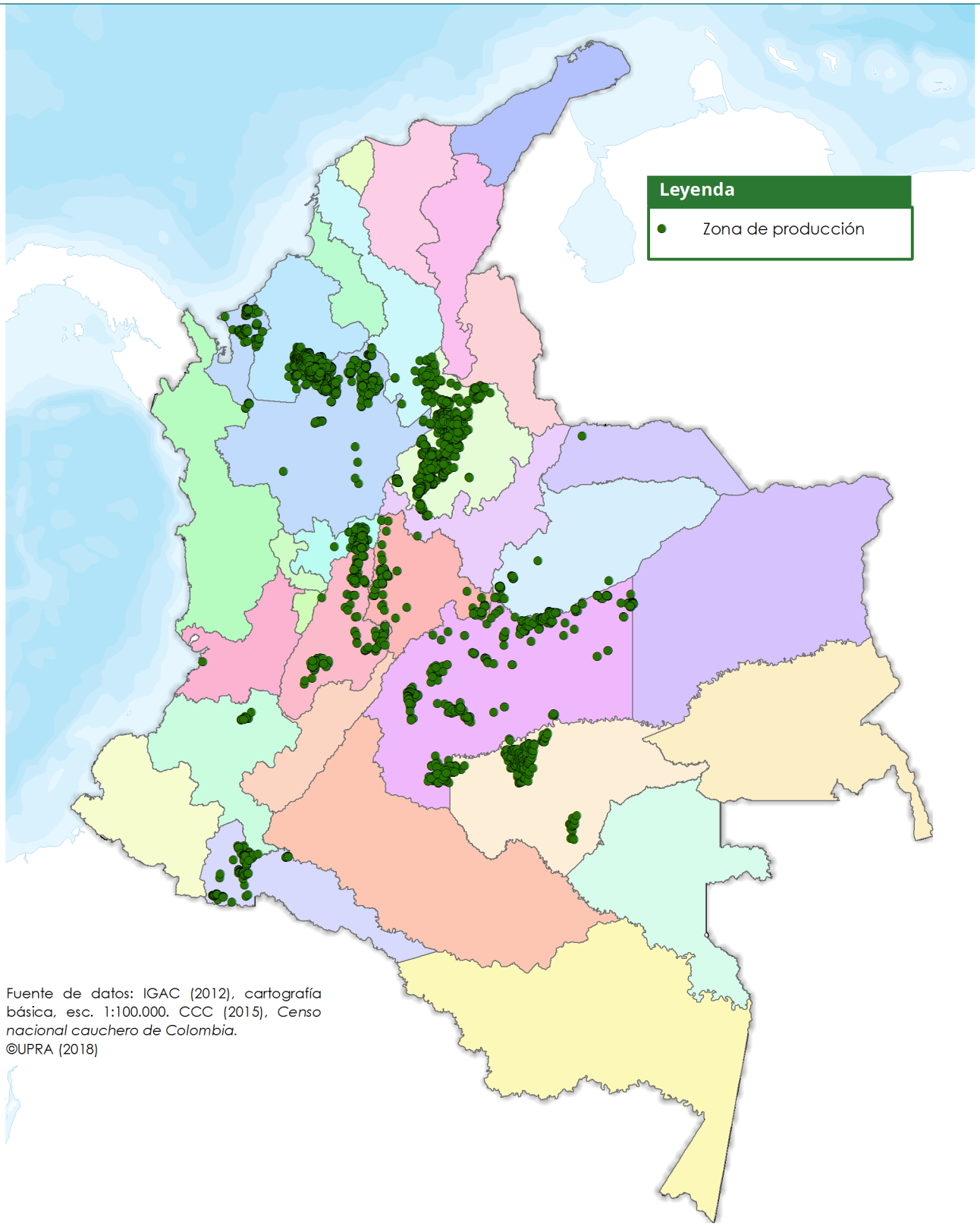
Minagricultura (2017) reporta un crecimiento exponencial del área de caucho natural en Colombia (10 % anual). No obstante, la producción disminuyó como consecuencia del desestímulo de los agricultores frente a la caída de los precios internacionales de la materia prima, los efectos del cambio climático que alteran la producción de látex en los árboles y la incidencia de problemas fitosanitarios en las plantaciones.

1.4.1. PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCIÓN DE CAUCHO EN COLOMBIA

La cadena nacional cauchera ha identificado los principales núcleos de desarrollo y potencial de caucho natural en los departamentos de Córdoba, Antioquia, Santander, Cundinamarca, Tolima, Caldas, Vichada, Meta, Guaviare y Caquetá.

De acuerdo con Minagricultura (2017), con base en el censo nacional cauchero de 2015, la producción se puede dividir en seis zonas de producción de caucho natural: Magdalena medio santandereano, Magdalena centro (departamento de Cundinamarca), altillanura y piedemonte llanero (Orinoquia), Amazonas (departamentos de Caquetá, Putumayo y Guaviare), cordón cauchero-cacaotero de Antioquia y Córdoba y la zona marginal cafetera (departamentos de Tolima y Caldas) (figura 6).

Figura 6. Principales zonas de producción de caucho en Colombia



Fuente: CCC (2015a).

Cuadro 5. Área cultivada (ha) con caucho natural en Colombia (2008-2014)

Departamento	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Meta	3750	6860	9998	11.498	12.500	15.263	18.757
Santander	4000	4500	5611	5911	6000	11.091	11.798
Caquetá	3881	4102	4310	4810	5000	6017	6183
Antioquia	1899	2577	2577	2827	3100	8950	9531
Córdoba	1318	1732	1732	1832	2000	2095	2202
Caldas	968	1155	1385	1585	1650	2045	2217
Guaviare	300	400	600	700	800	1227	1866
Cundinamarca	100	150	300	300	350	461	508
Vichada	250	318	347	1500	2500	302	1000
Otros	1209	1933	2280	1979	2630	1604	661
TOTAL	**17.675**	**23.727**	**29.140**	**32.942**	**36.530**	**49.055**	**54.723**

Fuente: de datos: Minagricultura (s. f.).

En el cuadro 5 se presenta el comportamiento del área de cultivos comerciales de caucho natural en Colombia, en el periodo 2008 a 2014, con base en información del CNC y Agronet.

Para el periodo 2008-2014, el departamento del Meta lideró los registros departamentales de siembra de caucho natural en Colombia, seguido por Santander, Antioquia y Caquetá.

Según el Minagricultura (2017), el rendimiento en Colombia estuvo entre 1,1 t/ha y 1,3 t/ha, entre 2014 y el estimado de 2016.

Dentro de los diversos usos del caucho natural, es empleado principalmente como materia prima para la industria (cuadro 6).

Cuadro 6. Usos del caucho natural por el sector industrial en Colombia

Productos	Usos
Terminados de valor agregado	Llantas neumáticas para camiones, vehículos de pasajeros y de producción agrícola, llantas sólidas
Semiproductos o formas básicas	Caucho sin vulcanizar, hilos y cuerdas de caucho vulcanizado, placas, hojas, tiras, varillas, perfiles y tubos de caucho vulcanizado sin endurecer
Otros	Guantes, impermeables, autopartes, artículos deportivos, mangueras, borradores, tapetes, bandas transportadoras, banditas, suelas, pegantes y cauchos especiales para la industria de alimentos y la ingeniería civil

Fuente de datos: Minagricultura (2005).

No obstante, es importante tener en cuenta que el comportamiento del consumo de caucho natural es variable, influenciado, entre otros factores, por el incremento de inventarios en épocas de precios bajos y por las fluctuaciones del dólar. El precio internacional de la materia prima incide en la sustitución del caucho natural por caucho sintético y el aumento de la importación de productos terminados (Minagricultura, s. f.).

1.4.2. IMPORTANCIA ECONÓMICA

Los principales consumidores de látex en Colombia se ubican en el departamento de Cundinamarca (municipios de Bogotá, Mosquera y Soacha) y, en menor medida, en los de departamentos de Antioquia y Atlántico. A su vez, los consumidores de TSR (insumo principal para la producción de llantas) están en las ciudades de Cali y Bogotá, donde tienen presencia empresas con amplia participación en el mercado como Goodyear de Colombia S. A. y 3M Colombia.

En la figura 7 se presentan las exportaciones e importaciones de caucho que ha tenido Colombia en el periodo 2012-2016. Se presenta un nivel de exportación por debajo de 1280 t en el periodo analizado. El año 2015 presentó los niveles más bajpos de exportanciones con apenas 19 toneladas. Respecto a las importaciones, en el periodo de referencia el mayor volumen se regoistro enelñ año 2014, con 17.834 t. No obstante, las importaciones de caucho no han sido inferiores a 11.920 t, con lo que la balanza comercial de Colombia para el caucho natural es se mantiene negativa. Estas últimas corresponden a un promedio del 80 % del consumo nacional; el 20 % restante es cubierto por la producción del país. Para 2016, las exportaciones llegaron a 1276 t mientras las importaciones llegaron a 13.966 t (Minagricultura, 2017).

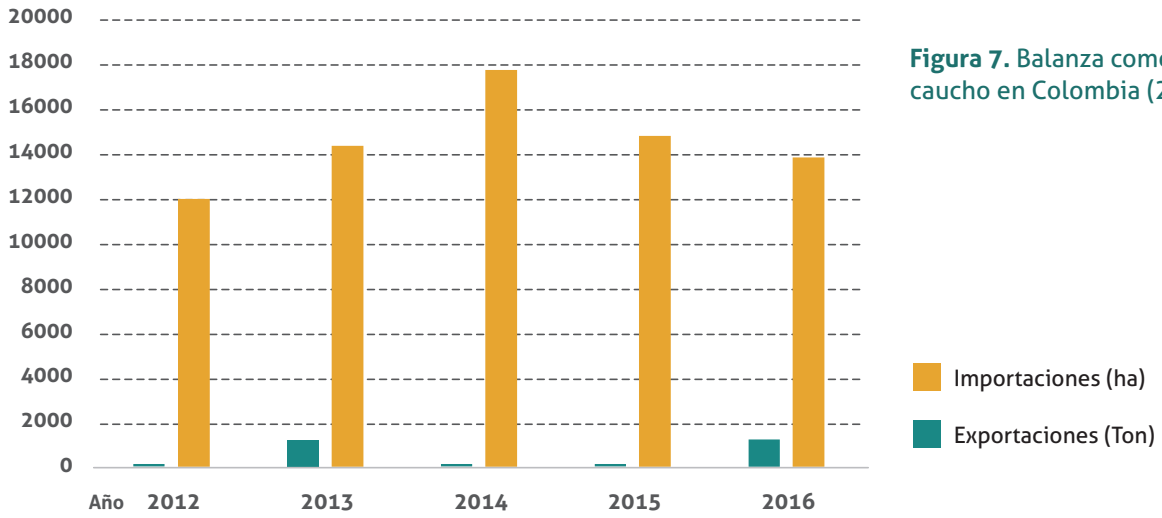


Figura 7. Balanza comercial del caucho en Colombia (2012-2016)

Fuente de datos: Minagricultura (2017).

Los principales países de origen del caucho importado en Colombia son Guatemala, seguido de Indonesia, Malasia y Brasil (Minagricultura, 2017); el TSR es el producto tradicionalmente de mayor importación, destinado principalmente a la fabricación de llantas. En los últimos años se aprecia una importante disminución de la participación del caucho sólido en el mercado nacional y la demanda creciente de látex centrifugado. Lo anterior se puede atribuir a la demanda de productos terminados en caucho natural y la desaparición constante de industrias.

Para el caso de las exportaciones de caucho natural colombiano, en el año 2016 se encuentran como destinos Brasil (64 %), Chile (35 %) y Venezuela (1 %) (cuadro 7).

País destino	Cantidad (t)	Participación (%)
Brasil	813	64
Chile	446	35
Venezuela	17	1
TOTAL	**1276**	**100**

Cuadro 7.
Exportaciones de caucho (2016)

Fuente: Minagricultura (2017).

Por otra parte, el comportamiento de los precios en el país, para la lámina de látex y el TSR, tuvo una tendencia similar de 2010 a 2013; después de 2013 hubo una diferencia de $ 1000/kg, con lo que disminuyó el precio del TSR para el 2014. El ripio presentó una disminución en su precio de comercialización y en 2013 alcanzó su precio más bajo de los últimos cinco años, con un mínimo de $ 2500/kg. La tendencia del precio del látex preservado se mantuvo constante durante el periodo de análisis y cerró en $ 1100/kg (figura 8) a 2014.

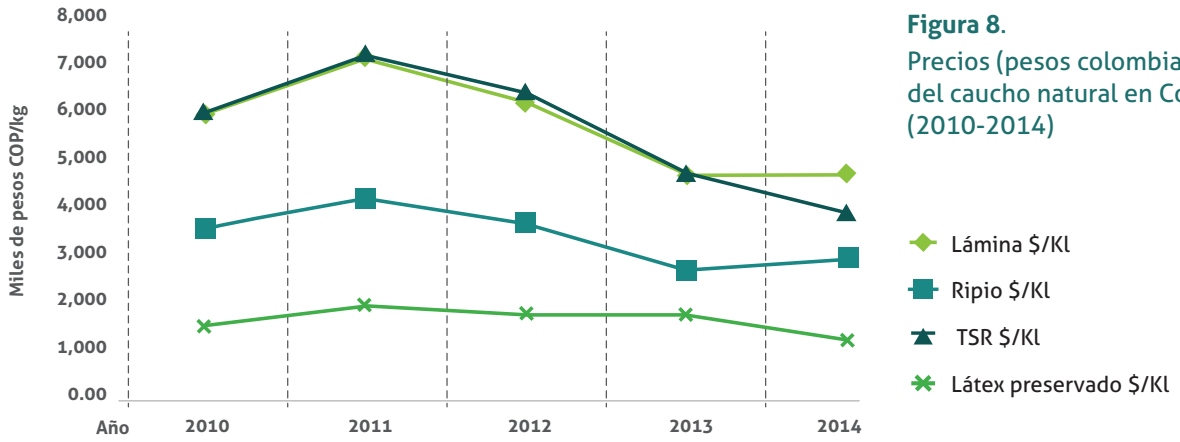


Figura 8.
Precios (pesos colombianos/kg) del caucho natural en Colombia (2010-2014)

Fuente de datos: Sioc (2014).

De acuerdo con Minagricultura (2017), la actividad cauchera en el país aporta cerca de 14.500 empleos directos y 43.500 indirectos. Asimismo, el ingreso neto de una hectárea de caucho en producción está alrededor de los $ 600.000 y en manos de 6600 pequeños y medianos productores. La producción nacional de caucho ha aportado a la economía del país en promedio, para los últimos cinco años, un valor anual de $ 20.000 millones (ventas brutas).

1.4.3 CRÉDITOS

Según información reportada por Finagro (2014) en el nivel regional, en el año 2013 se otorgaron 952 créditos, una cifra superior en casi 50 % respecto a la misma en 2014; a su vez, durante dicha vigencia se destinó la mayor cantidad de recursos a la región occidente, un total de $ 10.815.058 millones, seguido por la Orinoquia, con cerca de $ 8000 millones. La tendencia para esta última se mantuvo para 2014, año en el cual se posicionó como la región con mayor cantidad de recursos invertidos.

En 2014, se pagaron ICR a 618 operaciones de créditos para caucho en proyecto, con un valor de $ 10.858 millones y valor pagado de ICR por $ 3753 millones (Finagro, 2014).

De acuerdo con la información suministrada por Minagricultura (2015), durante el periodo 2006-2012 fueron reforestadas 4733 ha con incentivos CIF para el establecimiento de plantaciones de caucho natural. De este periodo, 2012 es el de mayor representatividad, con más del 50 % del total (2493 ha); por otra parte, el departamento con mayor área sembrada fue Meta, con 1041 ha en el año 2012.



1.5 MARCO POLÍTICO

El marco de política vigente a nivel nacional para la cadena cauchera se constituye en un referente esencial para la zonificación de este cultivo con fines comerciales. Se destacan el *Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF) (2000), el Plan de Acción para la Reforestación Comercial (Parec)* (2011), el acuerdo sectorial de competitividad de la cadena productiva del caucho natural y su industria (2010) y el certificado de incentivo forestal (CIF). Estos instrumentos consideran las plantaciones forestales de maderables y no maderables como desarrollos estratégicos para incrementar la producción y el empleo en zonas rurales marginales y para contribuir al ordenamiento ambiental del territorio.

La identificación de los lineamientos de política del subsector cauchero a través de los programas y proyectos que contribuyen a este proceso de zonificación permite interrelacionar los temas de acceso a créditos, costos de mantenimiento, renovación y comercialización, investigación, generación de valor agregado, asistencia técnica y demás factores productivos que inciden sobre los cultivos comerciales de caucho en el país.

El cuadro 8 sintetiza el marco de política y los lineamientos relacionados con la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho natural.

Cuadro 8. Marco de políticas relevantes para la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho natural en Colombia, escala 1:100.000

Marco de política	Lineamientos relacionados
Política forestal nacional (1974)	Establece directrices relacionadas con la zonificación para plantaciones de caucho, la cual debe ser simultánea con la de los suelos de vocación agrícola y ganadera, donde se deben incorporar factores determinantes, como criterios ecológicos y socioeconómicos. En el tema de reforestación, se adoptaron lineamientos de políticas relativas al suministro de asistencia técnica, suministro de semillas certificadas, conformación de viveros, capacitación de personal, control de plagas y enfermedades forestales, prevención y control de incendios forestales e incentivos a la actividad reforestadora.
Política nacional de bosques (Conpes 2834 de 1996)	Dirigido a lograr un uso sostenible de los bosques con el fin de conservarlos, consolidar la incorporación del sector forestal en la economía nacional y mejorar la calidad de vida de la población, junto con el fortalecimiento de los procesos administrativos para el uso del mismo, tanto de los recursos madereros como de otros productos y servicios derivados del bosque.

Marco de política	Lineamientos relacionados
Plan Nacional de Desarrollo Forestal (PNDF) (2000)	Señala los lineamientos mediante los cuales se orienta la implementación de acciones de corto, mediano y largo plazo para el desarrollo de esta actividad. Reconoce las grandes potencialidades en materia de disponibilidad de suelos y destaca la necesidad de adelantar un proceso de planificación integral por parte de las entidades responsables del tema, en el cual se determinen las zonas y núcleos de desarrollo donde se puedan establecer nuevas plantaciones competitivas con miras a aumentar el área forestal productiva.
Apuesta exportadora agropecuaria Minagricultura (2006-2020)	Realiza la selección de productos promisorios exportables, prioriza regiones para el desarrollo de núcleos productivos e identifica instrumentos de política necesarios para aumentar la competitividad de cultivos de tardío rendimiento como el caucho, entre los que se encuentran: instrumentos financieros y cobertura de riesgos, de investigación, innovación y transferencia tecnológica, manejo sanitario y fitosanitario, y de mercados.
Plan de Acción para la Reforestación Comercial (Parec) (2011)	Busca impulsar la reforestación comercial como motor estratégico del sector agropecuario, promoviendo la competitividad de los productos forestales y contribuyendo con la prevención de los efectos adversos ocasionados por los fenómenos climáticos. Establece tres macrozonas para la concentración de polos de desarrollo de la reforestación comercial y los criterios para la definición de núcleos de desarrollo forestal. A su vez, prevé la estimulación de proyectos altamente productivos mediante la zonificación de áreas potenciales tanto a nivel biofísico como socioeconómico, en el marco de los acuerdos nacionales y regionales de competitividad, planteados en el PNDF.
Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia (2009)	Presenta las oportunidades y limitaciones de la cadena a través de la identificación de variables de tipo fitosanitario, tecnológico, generación de valor agregado mediante procesos de transformación y diversificación de productos derivados del caucho, capacitación e integración de los diferentes eslabones de la cadena, acceso a incentivos, localización de cultivos y afectaciones por dinámicas del mercado global sobre la cadena cauchera.
Acuerdo sectorial de competitividad de la cadena productiva del caucho natural y su industria (2010)	Dirigido a mejorar la competitividad del subsector heveícola nacional. Dentro de la visión de la cadena se encuentra que para el año 2020 existirán en Colombia 80.000 ha de caucho natural, con una producción de cerca de 25.000 t y un consumo de 20.000 t anuales. La producción será direccionada hacia el caucho técnicamente especificado (60 %), látex centrifugado (20 %) y otros cauchos (20 %), esperando que la productividad media por hectárea oscile entre 1,5 y 1,7 t/año.

Marco de política	Lineamientos relacionados
Conpes 3806 de 2014	Relacionado con la distribución de recursos para CIF de reforestación para la vigencia 2014, con base en la metodología establecida en el Conpes 3743 del 2013, mediante la cual se incorporan dentro de las variables el potencial productivo a nivel departamental y los acuerdos de competitividad de las cadenas forestales (maderables, caucho y guadua).
Incentivo a la capitalización rural (ICR)	Señala que el incentivo destina sus recursos a las inversiones en siembra, mantenimiento y renovación de cultivos de tardío rendimiento, entre ellos el caucho. Es una política pública del Minagricultura dirigida a estimular al 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 (Ley 1133 de 2007). Reconocimiento de inversiones en el sector que representen capitalización del propietario y, a través de la actividad financiada como siembras de caucho o renovación de cultivos improductivos por cambio de copa, el incentivo está entre el 20 % y 30 % del valor del proyecto.
Incentivo al seguro agropecuario (ISA)	Relacionado con la protección ante riesgos climáticos, al cual puede acceder cualquier productor que cumpla con lo establecido en la Resolución 130 de 2014 del Minagricultura. Los productos de mediano y tardío rendimiento cuentan con un tope máximo en el valor del subsidio de hasta $ 20 millones/ha.
Fondo agropecuario de garantías (FAG)	Dirigido a 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; igualmente, respalda operaciones realizadas a través de las bolsas de bienes y productos agroindustriales, con base en la reglamentación que, para tal efecto, expida esta entidad (Finagro, 2014).
Programas especiales de fomento y desarrollo agropecuario	Señala que dentro de lo dispuesto en el manual de servicios Finagro (2014), aquellos proyectos que se ejecuten a través de los programas de desarrollo alternativo bajo esquemas asociativos serán sujetos de financiación en lo referente a recursos de capital de trabajo e inversión para el desarrollo de las actividades productivas descritas en los documentos Conpes 3669 de 2010 que establece un programa de proyectos productivos en el cual se considera el cultivo del caucho.

1.6 MARCO NORMATIVO

Describe la evolución de las leyes, decretos, resoluciones y demás normas concernientes a la jurisprudencia que enmarcan los lineamientos y demás aspectos relacionados con la normatividad colombiana y con las políticas públicas asociadas a la cadena del caucho. 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 en las relaciones entre las dinámicas poblacionales y el territorio.

Para la zonificación de áreas aptas para el cultivo de caucho natural en Colombia, escala 1:100.000, el cuadro 9 presenta el siguiente marco normativo:

Cuadro 9. Marco normativo relevante para la zonificación de áreas aptas para caucho natural en Colombia, escala 1:100.000

Nivel	Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Nacional	Ley 2.ª de 1959	Dicta normas sobre economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables. Para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, se establecieron siete zonas de reserva forestal, con carácter de «zonas forestales protectoras» y «bosques de interés general».
	Decreto Ley 2811 de 1974	El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente denomina área de reserva forestal a la zona de propiedad pública o privada reservada para destinarla exclusivamente al establecimiento o al mantenimiento y utilización racional de áreas forestales protectoras, áreas forestales productoras y áreas forestales protectoras-productoras cuyas definiciones se encuentran en los artículos 204, 205 y 206 del código.
	Decreto Minagricultura 877 de 1976	Considera áreas forestales productoras a aquellas cubiertas de bosques naturales que, por su contenido maderable, sean susceptibles de aprovechamiento racional y económico siempre que no estén comprendidas dentro de las áreas protectoras o protectoras-productoras, las áreas cubiertas de bosques artificiales establecidas con fines comerciales, entre otras.
	Ley 99 de 1993	Crea una nueva estructura institucional para el manejo y administración de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, asignándole al Ministerio del Medio Ambiente la coordinación para la elaboración del proyecto del PNDF.
	Ley 1607 de 2012	Expide normas en materia tributaria y se dictan otras disposiciones. A través de esta se modifica el artículo 424 del Estatuto Tributario referente a los bienes que no causan Impuesto sobre las ventas (IVA), dentro del cual está el caucho natural, según nomenclatura arancelaria andina vigente (40.01).

Nivel	Marco normativo	Lineamientos relacionados con la zonificación
Nacional	Decreto Mincomercio 862 de 2013	Reglamenta parcialmente la Ley 1607 de 2012, estableciendo una retención en la fuente, a título del Impuesto sobre la Renta para la Equidad (CREE), y determina en el artículo 2 las actividades económicas y tarifas establecidas para efectos del recaudo y administración de este impuesto. Entre otras se encuentra la fabricación de: caucho sintético en formas primarias, llantas y neumáticos de caucho, formas básicas de caucho y otros productos de caucho n.c.p. con una tarifa de retención aplicable sobre todos los pagos equivalente al 0,30 %.
	Ley 1758 de 2015	Modifica la Ley 686 de 2001. Determina la tarifa de la cuota de fomento cauchero (1 % de la venta por kg o L de látex seco o líquido).
Sector agropecuario	Ley 101 de 1993	Ley general de desarrollo agropecuario y pesquero, dirigida a «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 y a la protección de los recursos naturales».
	Decreto Minagricultura 626 de 1994	Reglamenta parcialmente la Ley 101 de 1993 y dicta algunas disposiciones sobre el ICR, específicamente sobre el artículo 28, que se refiere a la reglamentación del ICR.
	Decreto Minagricultura 1840 de 1994	Reglamenta el artículo 65 de la Ley 101 de 1993, mediante la definición del ámbito de aplicación, obligaciones, sanciones y demás acciones del ICA en lo referente al desarrollo de políticas y planes tendientes a la protección de la sanidad, la producción y la productividad agropecuaria del país.
	Ley 811 de 2003	Crea las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola y las sociedades agrarias de transformación (SAT).
	Resolución Minagricultura 351 de 2005	Reglamenta el registro de nuevas plantaciones de tardío rendimiento y se dictan otras disposiciones.
	Resolución Minagricultura 398 de 2011	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 compiladas en el artículo 157 del Decreto 624 de 1989.
	Resolución Minagricultura 113 de 2014	Modifica el inciso 1 del artículo 5 de la Resolución 398 de 2011, referente al procedimiento para obtener el reconocimiento como empresa especializada.
Sector forestal	Ley 139 de 1994	Crea el CIF como «un reconocimiento del Estado a las externalidades positivas de la reforestación en tanto los beneficios ambientales y sociales generados son apropiables por el conjunto de la población». Su fin es el de promover la realización de inversiones directas en nuevas plantaciones forestales de carácter protector-productor en terrenos de aptitud forestal.
	Resolución Minagricultura 711 de 1994	Determina el listado de especies autóctonas e introducidas objeto del CIF.

	Decreto Minagricultura 4600 de 2011	Crea la Ventanilla Única Forestal (VUF).
Sector forestal	Decreto Minagricultura 2448 de 2012	Modifica parcialmente el Decreto 1824 de 1994, definiendo especie forestal, especie forestal autóctona, especie forestal introducida, plantación forestal protectora-productora, plan de establecimiento y manejo forestal (PEMF), otorgamiento, pago, nueva plantación y proyecto forestal.
	Resolución Minagricultura 148 de 2012	Delega en Finagro la evaluación, verificación de campo, seguimiento y plan de establecimiento y manejo forestal y del contrato que se suscriba para la ejecución de proyectos de reforestación.
	Ley 788 de 2002	Determina que son rentas exentas las generadas por concepto de «aprovechamiento de nuevas plantaciones forestales, incluida la guadua, según la calificación que para el efecto expida la corporación autónoma regional o la entidad competente» (art. 18).
	Resolución Minagricultura 424 de 2014	Determina los valores promedio regional de los costos totales netos de establecimiento y mantenimiento por hectárea de bosque plantado, se fija la cuantía máxima porcentual que se reconocerá por concepto de CIF, el incentivo por árbol y se fija el valor del incentivo por mantenimiento de una hectárea de bosque natural incluida en el un plan de establecimiento y manejo forestal, para el año 2015.
Cadena productiva	Ley 686 de 2001	Establece el Fondo de Fomento Cauchero como una cuenta destinada para el recaudo de la contribución parafiscal que realizan las personas naturales o jurídicas dedicadas a la producción de látex y caucho natural en el territorio nacional, para orientar dichos recursos a la financiación de programas y proyectos que fortalezcan al subsector cauchero.
	Decreto Minagricultura 3244 de 2002	Reglamenta la Ley 686 de 2001.
	Resolución Minagricultura 312 de 2002	Crea el Consejo nacional del caucho y su industria.
	Resolución ICA 1478 de 2006	Adopta normas de carácter fitosanitario y de recursos biológicos para la producción, distribución y comercialización de material de propagación vegetativa de caucho natural.
	Resolución ICA 4994 de 2012	Establece los requisitos para el registro de las áreas productoras de material vegetal de propagación de caucho natural.
	Resolución Minagricultura 175 de 2012	Reconoce la organización de la cadena del caucho natural y su industria en Colombia.

1.7 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 remplaza 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 caucho, 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 caucho 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 caucho natural en Colombia, a escala 1:100,000, toma como base para su elaboración la información secundaria proveniente de las entidades oficiales. Esta 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), teniendo en cuenta 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.

La evaluación de tierras es un proceso que permite identificar y valorar los usos específicos que se adaptan a las condiciones específicas de las tierras evaluadas (FAO, 2007), cuya finalidad es proponer sistemas de uso apropiados 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 y 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 (denominados 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 a evaluar sobre una base sostenible (figura 9).

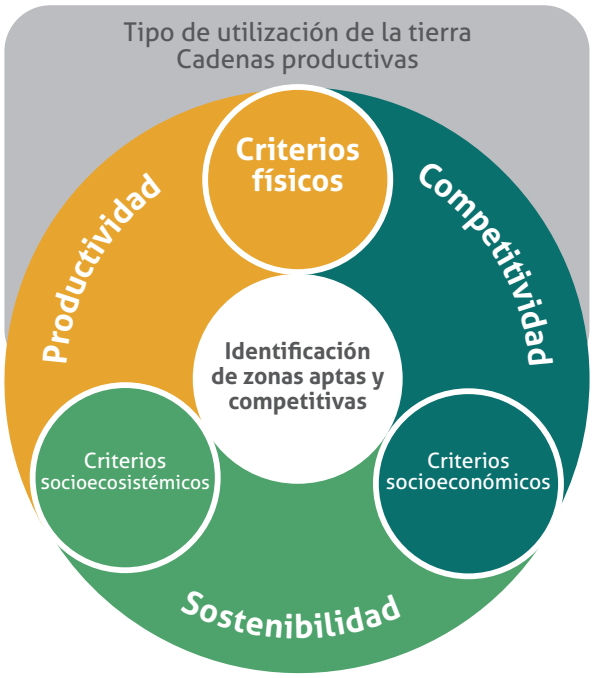


Figura 9. Marco conceptual para la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Fuente de datos: UPRA (2014a).

Desde el componente físico es posible determinar la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido a partir de variables relacionadas con criterios de clima, suelos y el riesgo de plagas y enfermedades que explican la productividad de un cultivo.

El enfoque socioecosistémico reconoce los vínculos existentes entre los ecosistemas y el bienestar humano, donde cambios de uso del suelo están determinados por decisiones en el sistema social, que afectan directamente el estado de los ecosistemas y, por tanto, los diferentes niveles de organización biológica; es decir, cualquier toma de decisiones relativa a la gestión de los servicios de los ecosistemas afecta la estructura y funcionamiento tanto de los ecosistemas como de los sistemas sociales (Martín-López ***et al.***, 2009).

Este enfoque 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, e incluye la sociedad, la economía y la cultura.

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

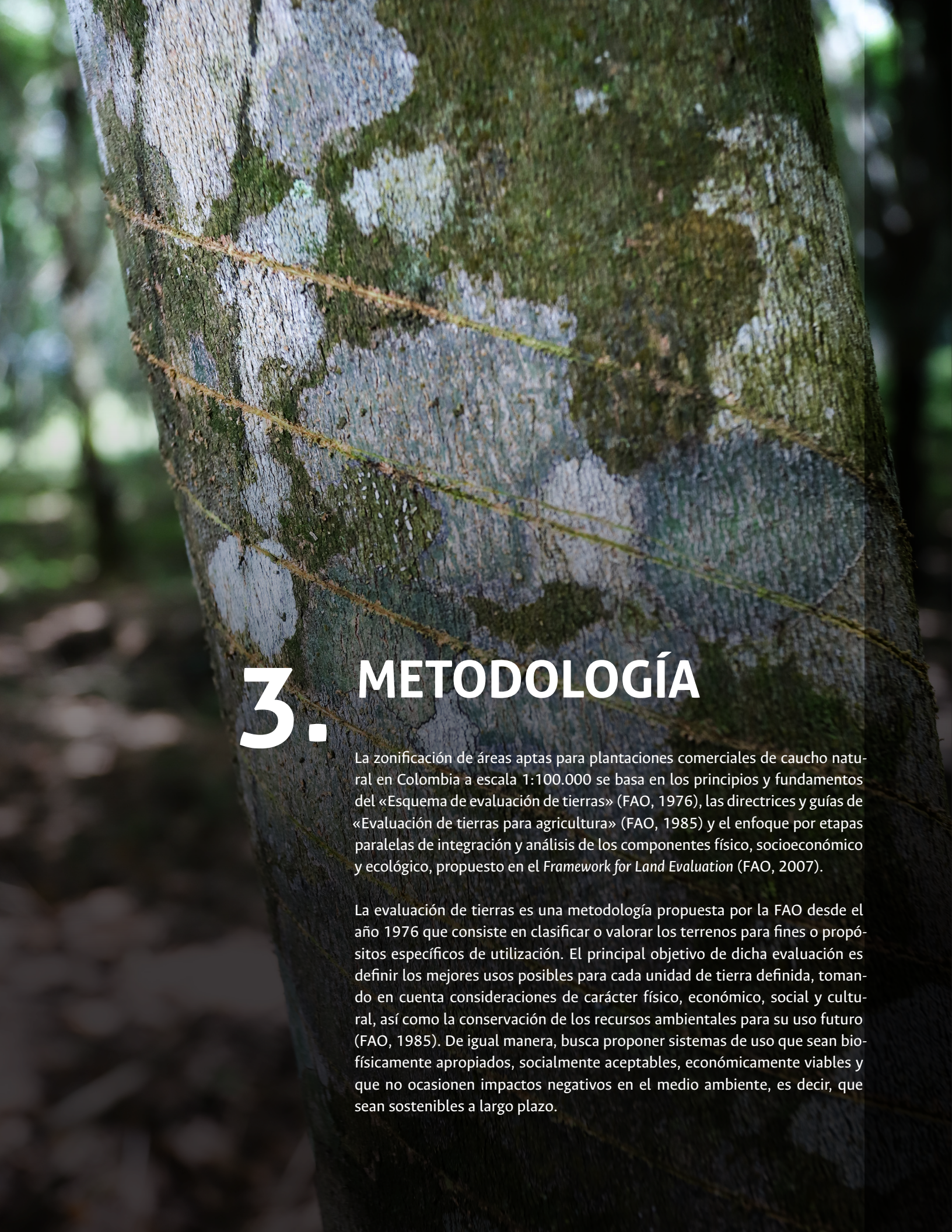
En cuanto al tercer enfoque, la competitividad –definida por la productividad con la que un país utiliza sus recursos humanos, económicos y naturales para la producción de bienes y servicios de mayor calidad y menor precio que otros productores domésticos e internacionales (Porter, 1980)– constituye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

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

A continuación, se sintetizan algunos de los lineamientos 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 medio ambiente;
- 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 áreas aptas para plantaciones comerciales de caucho natural 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 «Evaluación de tierras para agricultura» (FAO, 1985) y el enfoque por etapas paralelas de integración y análisis de los componentes físico, socioeconómico y ecológico, propuesto en el *Framework for Land Evaluation* (FAO, 2007).

La evaluación de tierras es una metodología propuesta por la FAO desde el año 1976 que consiste en clasificar o valorar los terrenos para fines o propósitos específicos de utilización. El principal objetivo de dicha evaluación es definir los mejores usos posibles para cada unidad de tierra definida, tomando en cuenta consideraciones de carácter físico, económico, social y cultural, así como la conservación de los recursos ambientales para su uso futuro (FAO, 1985). De igual manera, busca proponer sistemas de uso que sean biofísicamente apropiados, socialmente aceptables, económicamente viables y que no ocasionen impactos negativos en el medio ambiente, es decir, que sean sostenibles a largo plazo.

Para la evaluación de tierras no existen valores universales de criterios que se puedan aplicar en cualquier lugar y bajo cualquier circunstancia. Por ello, la FAO plantea un esquema con lineamientos y principios para realizar la evaluación, el cual es flexible de acuerdo con los objetivos, escala de trabajo y datos disponibles (FAO, 2007). Este enfoque reconoce que las tierras no tienen un valor único general para ser utilizadas en cualquier actividad, sino que este valor depende del tipo de uso que se les pretenda dar.

El documento *Framework for Land Evaluation* (FAO, 2007) indica que, básicamente, existen dos formas de relacionar el componente económico con los aspectos físicos de la evaluación de tierra. En el enfoque de dos etapas, el análisis cualitativo en términos físicos se realiza primero, con las consideraciones económicas y sociales presentes como fundamento, lo cual conduce a una clasificación de aptitud cualitativa o cuantitativa de la tierra. Esta es seguida por un análisis económico y social, limitado a los sitios más promisorios dados por la base física, lo cual conduce, a su vez, a una clasificación económica de aptitud. En lo referente al enfoque paralelo, tanto el análisis social como económico se realizan conjuntamente, de tal manera que se obtiene directamente una clasificación económica.

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 fundamenta en el análisis de tres componentes: físico, socioecosistémico y socioeconómico, los cuales son 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 (figura 10):

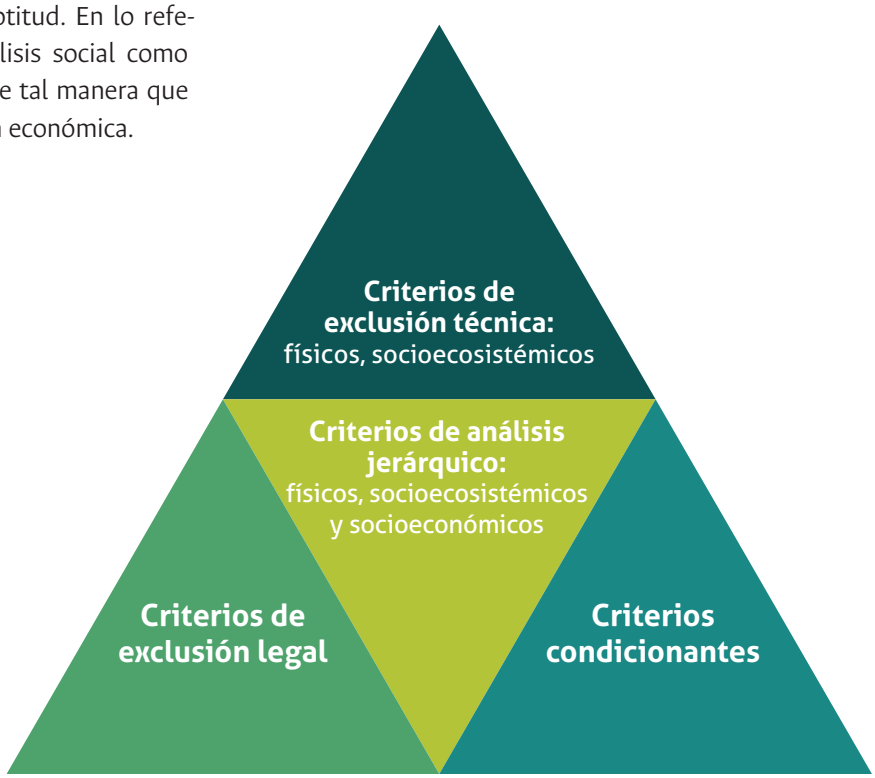


Figura 10.
Tipos de criterios usados en la zonificación de aptitud de cultivos comerciales

Fuente de datos: UPRA (2014a).

- **Criterios de análisis jerárquico:** factores para los cuales se definen los niveles de aptitud; un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud para el cultivo comercial de caucho natural.

- **Criterios de exclusión técnica:** zonas en las cuales, por condiciones técnicas de tipo físico o socioecosistémico, no es factible el desarrollo del cultivo comercial de caucho natural.

- **Criterios de exclusión legal:** zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas.

- **Criterios condicionantes:** zonas con condicionante legal o técnico que, independientemente de la categoría de aptitud, requiere de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el desarrollo de actividades agropecuarias con fines comerciales.

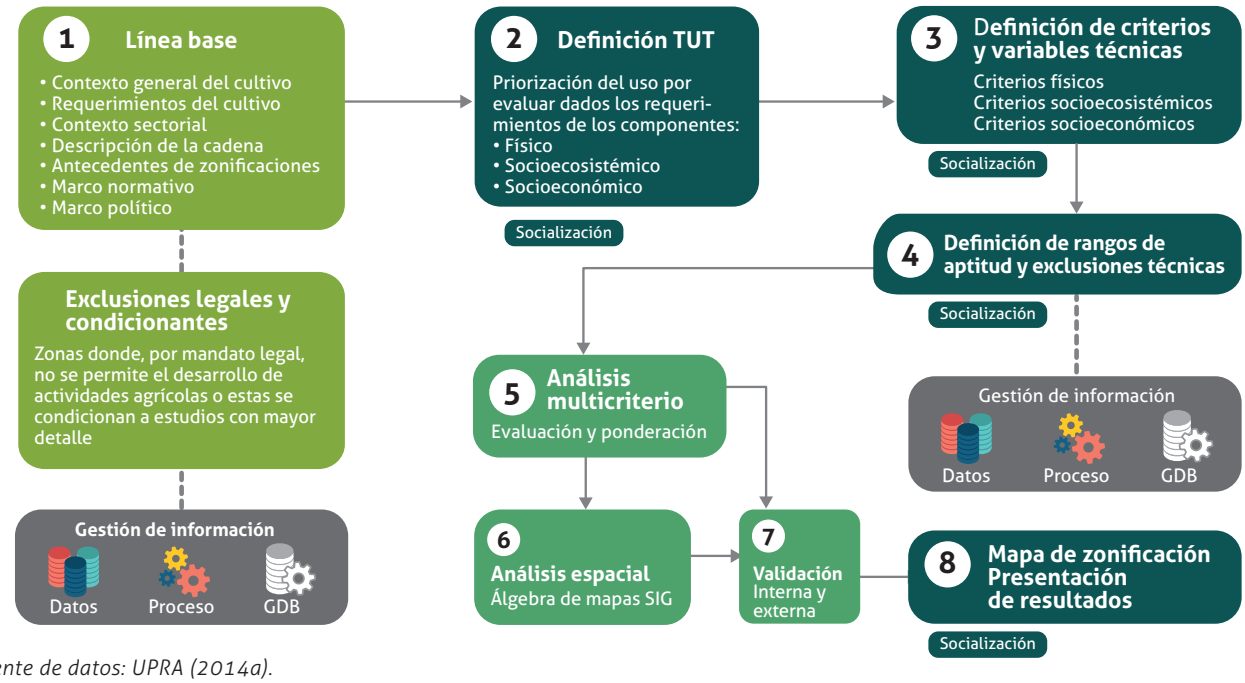
Por su parte, las variables son atributos de la tierra que pueden medirse o estimarse y que son utilizadas como un medio para describir las cualidades de la misma (criterios).

Con base en el esquema metodológico propuesto para la zonificación de plantaciones forestales con fines comerciales (UPRA, 2014a), la figura 11 muestra el esquema metodológico de la zonificación de aptitud para el cultivo de caucho natural con fines comerciales.

La línea base proporciona información de referencia sobre el estado de conocimiento del sector y el cultivo, en cuanto a requerimientos ambientales, importancia nacional e internacional del sector, zonas productoras, antecedentes de zonificación y políticas y normatividad asociada; posteriormente, se define el tipo de uso de tierra (TUT) objeto de la zonificación, así como sus respectivos requerimientos físicos, socioecosistémicos y socioeconómicos.

Con la definición del TUT se selecciona una serie de criterios y variables para realizar la zonificación, listado concertado con expertos. El paso siguiente es la definición de rangos de aptitud y exclusiones técnicas, con base en los requerimientos del cultivo identificados, y se establecen rangos de aptitud de uso, incluyendo exclusiones técnicas, para cada criterio y para sus variables.

Figura 11. Esquema metodológico de la zonificación de cadenas productivas



Fuente de datos: UPRA (2014a).

Con base en la normatividad vigente, asociada principalmente a la parte socioecosistémica, se establecen exclusiones legales y condicionantes legales; posteriormente, se realiza un análisis multicriterio que evalúa la importancia de los criterios y los pondera dentro del modelo de zonificación a través de una matriz de proceso analítico jerárquico (método AHP).

Paralelamente, se llevan a cabo análisis espaciales en las diferentes fases, desde la consecución y organización de la información, la normalización y estandarización de los datos hasta para la obtención de los mapas de variables y criterios y la aplicación del método jerárquico para la generación del mapa final de zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho natural en Colombia. Este último muestra las zonas aptas y no aptas, así como los resultados de orden nacional, departamental y municipal.

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

El tipo de utilización de la tierra es una descripción en un nivel apropiado de detalle del uso de la tierra e incluye las características del sistema de producción, el contexto socioeconómico y el ecológico, entre otros, que le confieren rasgos diferenciadores al cultivo de caucho natural con fines comerciales 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.

De acuerdo con lo anterior, el TUT propuesto en el presente documento, para el cultivo de caucho natural, es: «Cultivo de caucho (*Hevea brasiliensis*), con un arreglo espacial definido, cuyo propósito es la obtención de látex, como actividad económica principal articulada con el mercado de la cadena».

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

• REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO

El árbol de caucho presenta una gran rusticidad y capacidad de adaptación a diferentes condiciones ecológicas y climáticas. La temperatura óptima es 25 °C, con un mínimo de 20 °C. Las plantas soportan heladas nocturnas ligeras como ocurre en Sao Paulo, Brasil, y en el sur de China (Torres, 1999). El árbol de caucho se cultiva en tierras tropicales bajas hasta 1200 m s. n. m.. La temperatura media anual recomendada es entre 23 °C y 30 °C (Espinal *et al*., 2005).

Por otra parte, la precipitación óptima se encuentra entre 1800 y 2500 mm/año, aunque existen reportes de 2060 a 3060 mm/año. El exceso de lluvias favorece el ataque de enfermedades y pueden llegar a afectar el sangrado al diluir el látex recolectado (Torres, 1999). La cantidad de días lluviosos debe estar entre 100 y 150 al año (Espinal *et al*., 2005).

El brillo solar anual recomendado para el caucho natural está en 1650 horas y se deben evitar zonas de alta luminosidad.

La planta presenta un rango amplio de suelos para su desarrollo, pero prefiere aquellos ricos en nutrientes, porosos y profundos; se recomiendan suelos de poca pendiente, sin superar 25 % de inclinación, evitar suelos arenosos, de arcillas caoliníticas, que se encharquen o que presenten alguna restricción para el desarrollo de la raíz principal. El pH recomendado está entre 4,1 y 6,0 y la materia orgánica, entre 1,5 % y 2,0 %.

La fase de crecimiento y desarrollo del cultivo es un periodo entre seis y siete años; en este tiempo los árboles alcanzan las condiciones necesarias para iniciar la etapa productiva a partir de las labores de rayado y beneficio. Tiene una producción de látex constante y abundante hasta los 25 años de edad, época en la cual se realiza la cosecha de madera con el fin de renovar el cultivo. El látex se obtiene a partir de una incisión que se realiza en su corteza y se recolecta en recipientes diseñados para tal fin. Este posee características

fisicoquímicas especiales como elasticidad, resistencia al desgaste y a la fricción, bajo calentamiento interno y gran poder adhesivo, que lo hacen superior al caucho sintético.

• DESCRIPCIÓN DE LA CADENA

El caucho natural es un producto obtenido por medio de la coagulación y el procesamiento del látex que emana de algunas plantas, en especial de *H. brasiliensis*. El caucho natural y el caucho sintético, solos o mezclados, se usan para elaborar semiproductos o formas básicas y otros artículos para la producción de llantas, guantes, impermeables, mangueras, tapetes, bandas transportadoras, suelas, pegantes y cauchos especiales, entre otros (Espinal *et al.*, 2005).

La cadena productiva del caucho natural y su industria están conformadas por los eslabones de producción primaria, transformadores, comercializadores e industriales.

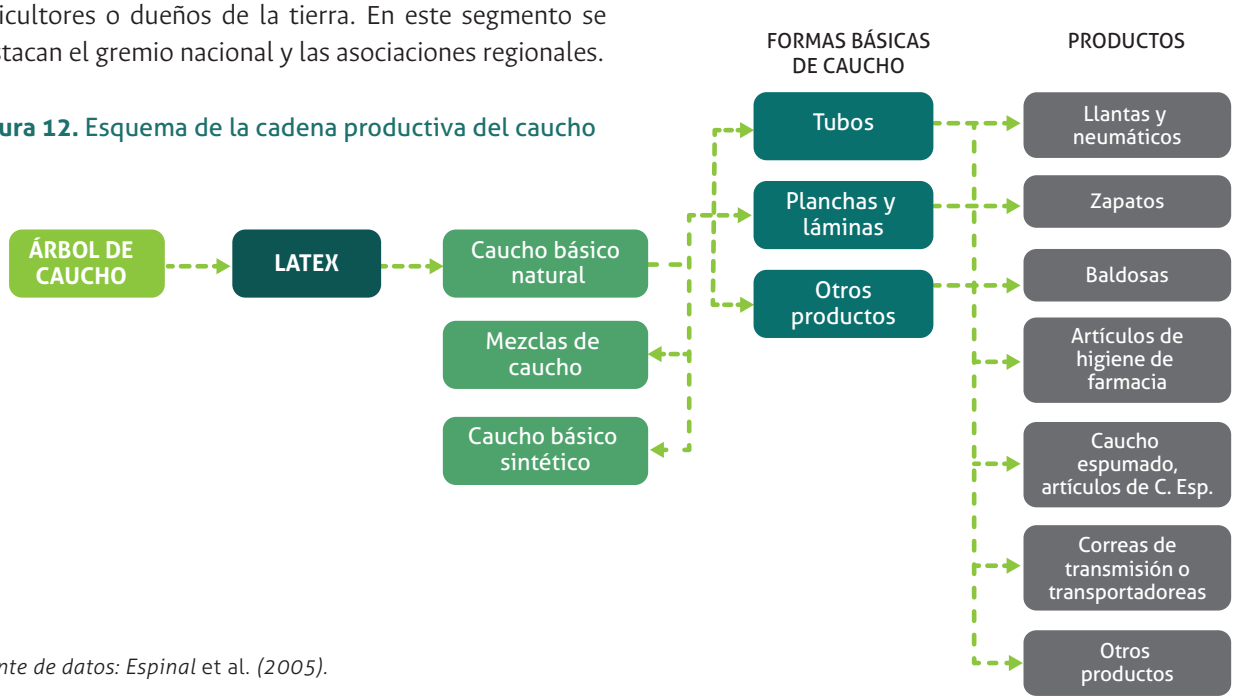
El primer eslabón está conformado por los proveedores de insumos requeridos en las labores agrícolas tradicionales; en el segundo eslabón se encuentran los productores primarios que realizan las actividades de establecimiento, sostenimiento y aprovechamiento del cultivo, es decir, los agricultores o dueños de la tierra. En este segmento se destacan el gremio nacional y las asociaciones regionales.

Las principales características de este segundo segmento es que ha establecido el monocultivo como práctica generalizada, aunque existen algunos ensayos de siembra en asocio con cultivos transitorios.

Por otra parte, aunque dentro de las principales regiones con desarrollo heveícola en Colombia existen pequeños productores (aquellos que cuentan con 5 ha o menos), medianos productores (con al menos 20 ha) y grandes productores (aquellos que cuentan con más de 20 ha), actualmente, el 60 % del área sembrada en cultivo de caucho natural del país está en manos de pequeños productores con un área promedio de 3 a 4 ha.

El tercer eslabón lo conforman las plantas de beneficio que actúan como centros de acopio y transformación. Luego se encuentran los comercializadores de materia prima que se abastecen de caucho nacional e importado. Finalmente, se encuentra la gran industria que utiliza el caucho importado y nacional. En este segmento se destacan Sempertex, Eterna, Goodyear y Eslatex. Los productos principales son: látex crudo, coagulo, lámina, ripio, caucho crepé y cauchos técnicamente especificados (TSR-20) (figura 12).

Figura 12. Esquema de la cadena productiva del caucho



Fuente de datos: Espinal et al. *(2005).*

De acuerdo con Espinal *et al.* (2005), la principal demandante de caucho natural es la industria de fabricación de llantas (caucho técnicamente especificado).

La cadena de caucho se materializó en el Consejo Nacional del Caucho y su Industria (CNC), a través de la políticas productivas promovidas por el Minagricultura, mediante la Resolución 00312 de 2002, integrado por representantes de los ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural, Medio Ambiente, Comercio Exterior y Desarrollo Económico; el SENA, la Asociación Colombiana de Industriales del Caucho (Asocauchos), Fedecaucho, un representante de entidades de investigación y un representante regional de la cadena.

Los núcleos priorizados por el CNC son: Magdalena medio santandereano, Magdalena centro; cordón cauchero-cacaotero (Antioquia y Córdoba); Amazonía (Caquetá, Guaviare y Putumayo); Orinoquia (Meta y Vichada) y zona marginal cafetera.

3.2 CRITERIOS DE ANÁLISIS JERÁRQUICO

A continuación se definen los criterios para los componentes a ser analizados en el proceso: físico, socioecosistémico y socioeconómico, para establecer las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud al caucho natural para soportar adecuadamente el tipo de utilización de la tierra (TUT).

3.2.1 CRITERIOS Y VARIABLES DEL COMPONENTE FÍSICO

El componente físico es importante, pues a través del análisis de sus elementos en un espacio territorial se puede determinar en primera instancia la aptitud o no de un territorio para soportar un tipo de producción definido.

De acuerdo con los estudios agronómicos realizados para el cultivo del caucho, 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.

Figura 13. Criterios y variables del componente físico



3.2.1.1. SUBCOMPONENTE CLIMÁTICO

El conjunto cambiante de las condiciones atmosféricas propias de un lugar o región se caracteriza por los estados y evoluciones de las variables climáticas (precipitación, temperatura y humedad del aire, radiación, insolación, viento) durante un periodo largo de tiempo. Para la zonificación, se tomaron como criterio de evaluación las condiciones climáticas. Según los estudios agroclimáticos realizados en el cultivo de caucho natural se precisaron los elementos climáticos que tienen mayor incidencia en las fases de desarrollo del cultivo, tales como la temperatura, la precipitación o lluvia y el brillo solar (cuadro 10).

Cuadro 10. Criterios y variables del subcomponente climático

Criterio	Definición	Definición de la variable
Condiciones climáticas	Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas basadas en un periodo cronológico extenso de las variables o 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 de caucho: la temperatura, la precipitación y el brillo solar.	**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 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. En términos prácticos, es la cantidad de lluvia media que se precipita en una determinada zona y contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de caucho. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro de precipitación equivale a un (1) litro de agua por metro cuadrado de superficie (10 m^3 de agua/ha).
		Brillo solar: cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre; también se denomina insolación.

3.2.1.2. SUBCOMPONENTE EDÁFICO

El suelo, como cuerpo natural y complejo, tiene vital importancia en el desarrollo de los cultivos, puesto que la supervivencia de las especies vegetales depende de las características de este. El cultivo de caucho natural requiere de condiciones óptimas para su siembra, establecimiento, crecimiento y desarrollo, donde las principales cualidades están referidas a capacidad de laboreo, condiciones de enraizamiento, disponibilidad de humedad, disponibilidad de nutrientes y de oxígeno, entre otros. Los criterios y variables del suelo, definidas para el cultivo de caucho natural, se describen en el cuadro 11.

Cuadro 11. Criterios y variables del subcomponente edáfico

Criterio	Definición	Definición de la variable
Condiciones de enraizamiento	El criterio se relaciona con la posibilidad que tienen las raíces de explorar el suelo sin obstáculo. Al haber mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para anclarse y abastecerse de agua y nutrientes.	**Profundidad efectiva:** total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).
		Pedregosidad: partes de fragmentos mayores a las gravas (0,045 m de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil, según la cantidad, el tamaño y el espaciamiento. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas. Dependiendo de la cantidad de fragmentos, se disminuye el área útil por unidad de superficie para el desarrollo del sistema de raíces de las plantas.
		Textura: proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere 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, 1990).
Capacidad de laboreo	Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de caucho natural implica el uso de maquinaria, especialmente en lo que tiene que ver con la preparación del sitio; depende de la pendiente, la clase textural de la capa arable y la presencia de pedregosidad en superficie y dentro del perfil.	**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, 1990).
		Pedregosidad: partes de fragmentos mayores a las gravas (0,045 m de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil, según la cantidad, el tamaño y el espaciamiento. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas. Dependiendo de la cantidad de fragmentos, se disminuye el área útil por unidad de superficie y puede llegar a impedir el uso de maquinaria y de implementos agrícolas.

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 del cultivo de caucho y su producción de látex.	**Acidez (pH):** se define como el logaritmo negativo de la actividad de iones H+ en la solución o suspensión del suelo (IGAC, 1979).
		Capacidad de intercambio catiónico (CIC): mide la capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn y amonio), 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.
		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 y 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, 1987).
		Carbono orgánico: principal elemento que forma parte de la materia orgánica del suelo, por esto es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro. La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos orgánicos de origen animal o vegetal que están en diferentes etapas de descomposición, que se acumulan en la superficie y dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999, citado por Martínez et al., 2008). Además, incluye una fracción viva (biota) que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000, citado por Martínez et al., 2008).
Toxicidad por sales y aluminio	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 elementos como Fe, Mn, Cl, Zn y Ni, las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), la saturación del catión sodio y la saturación de aluminio. 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.	**Salinidad:** 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, también cantidad de aniones en la fracción de cambio.
		Saturación de aluminio: relación porcentual entre el aluminio del complejo de cambio y la acidez total. La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al+++), 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 del calcio, magnesio y potasio (Cortés y Malagón, 1984).

Criterio	Definición	Definición de la variable
Disponibilidad de humedad	Se define como la interacción del régimen de humedad y la clase textural de los suelos. Capacidad que tienen los suelos para aportar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo; se relaciona con el contenido y movimiento interno del agua en el suelo y con la posibilidad de retención de humedad durante el año, la cual depende a su vez de las clases texturales de los suelos y de los regímenes pluviométricos.	**Régimen de humedad:** los regímenes de humedad del suelo se definen en términos del nivel de agua subterránea y de la presencia o ausencia de agua retenida a una tensión inferior a 1500 kPa en la sección de control (USDA, 2014).
		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, 1990).
Disponibilidad de oxígeno	Es la condición de aireación del suelo para el desarrollo adecuado de un cultivo, pues la presencia de oxígeno en la zona de raíces favorece o impide el desarrollo normal de las plantas y se relaciona de manera directa con la producción.	**Drenaje natural:** tiempo que el agua permanece en la superficie 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 se relaciona con 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 (bacines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones).
Conservación de suelos	Se refiere a las características que presenta el terreno para ser predispuesto a su degradación, en particular, a la pérdida de suelo por erosión.	**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.
		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 y el viento. Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en la superficie por estos procesos.

Criterio	Definición	Definición de la variable
Conservación de suelos	Se refiere a las características que presenta el terreno para ser predispuesto a su degradación, en particular, a la pérdida de suelo por erosión.	**Susceptibilidad a deslizamientos:** probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa. Los deslizamientos son movimientos fuertes de suelo o roca que se mueven, respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de roturas netas al superar estas la resistencia al corte; las masas generalmente se desplazan en conjunto y se comportan como una unidad en su recorrido. 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 caucho natural.

3.2.1.3. SUBCOMPONENTE FITOSANITARIO

El criterio asociado a este subcomponente se denomina riesgo fitosanitario, el cual se explica por las condiciones climáticas que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) de los agentes patógenos de mayor impacto en el cultivo de caucho natural. En el cuadro 12 se muestra el riesgo fitosanitario para el cultivo comercial de caucho natural, con base en el comportamiento de las variables de humedad relativa y el déficit pluvial, asociadas al mal suramericano de las hojas.

Cuadro 12. Variables del subcomponente fitosanitario

Criterio	Definición	Definición de la variable
Riesgo fitosanitario	Conjunto de las principales condiciones ambientales: humedad relativa y meses secos continuos (mm) que explican el riesgo de inoculación, infección, propagación y daños causados por organismos fitopatógenos en cultivos comerciales de caucho natural. Se definieron aquellas condiciones especialmente climáticas que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) del mal suramericano de las hojas (*Mycrociclus ulei*) en el cultivo comercial de caucho: humedad relativa y déficit pluvial.	**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. **Déficit pluvial:** se refiere a la falta de agua lluvia en las cantidades necesarias para suplir los requerimientos del cultivo en alguna época del año. Para el caso del caucho natural, los meses secos consecutivos corresponden a cantidades de lluvia inferiores a 100 mm/mes.

3.2.2 CRITERIOS Y VARIABLES DEL COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO

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, y MADS, 2012, citados por UPRA, 2014a).

Este enfoque dentro de la zonificación de la cadena productiva comercial del caucho natural genera los fundamentos para el mantenimiento del capital natural (biodiversidad, integridad ecológica y prestación de bienes y servicios ambientales) de manera transversal a los demás componentes de análisis, 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.

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

Desde este componente se abordan un grupo de criterios que delimitan áreas de aptitud, otro grupo que condiciona o da ciertas alertas a la utilización de un área para la implantación del cultivo, en este caso caucho y, por último, un grupo de criterios que, por aspectos normativos y legales, excluye cualquier actividad asociada con estas cadenas. Todo lo anterior permite la identificación de criterios y variables para su aplicación en la definición de la aptitud para el establecimiento de cultivos de caucho natural con fines comerciales.



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 asociar el cultivo de caucho natural con el sistema de agroforestería, se establecen los cultivos con el fin de optimizar la producción total 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 caucho natural 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 permiten obtener una interpretación desde una visión sistémica de la estructura, función y dinámica ecológica (figura 14).

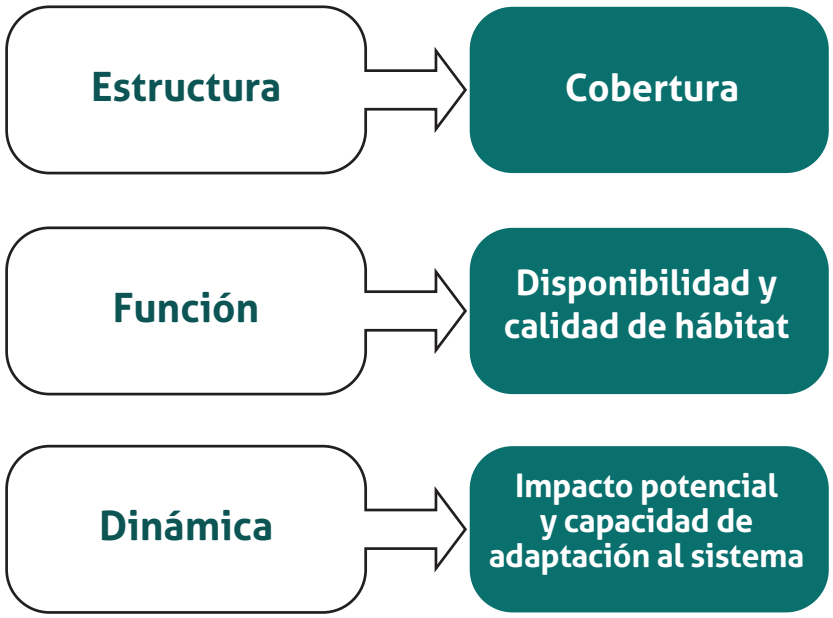


Figura 14. Relación entre los atributos y criterios de estructura, función y dinámica para la interpretación socioecosistémica

Fuente de datos: UPRA (2014a).



Para el componente socioecosistémico, se identifican los criterios y variables para su aplicación en la definición de la aptitud para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de caucho natural (figura 15).

CRITERIO: Cambio de cobertura	**Variables:** cobertura de la tierra
CRITERIO: Integridad ecológica	**Variables:** conectividad estructural de las coberturas naturales, índice de naturalidad y áreas de concentración de especies sensibles
CRITERIO: Apropiación de agua	**Variables:** apropiación de agua
CRITERIO: Variación del contenido estimadode carbono	**Variables:** variación del contenido estimado de carbono
CRITERIO: Amenaza por incendios de la cobertura	**Variables:** amenaza de incendios de la cobertura vegetal

Figura 15. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Uno de los criterios relevantes para determinar la aptitud del territorio es la cobertura de la tierra, como un componente de la composición del ecosistema. La cobertura y su cambio son el resultado de la interacción de una serie de factores 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, tales como la pérdida de biodiversidad, fragmentación de paisajes, cambio climático, disponibilidad del recurso hídrico, entre otros (Lambin y Geist, 2006; Di Gregorio, 2005).

A través de este criterio es posible identificar áreas con vegetación natural sujetas a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer plantaciones de caucho natural bajo una visión integral del territorio. Asimismo, permite calificar la cobertura según su contexto ecológico y productivo e identificar las zonas de menor impacto socioecosistémico como producto del cambio para el establecimiento de la actividad productiva.

La integridad ecológica (IE) se entiende como la capacidad de un sistema ecológico de soportar y mantener una comunidad de organismos cuya composición de especies, diversidad y organización funcional son comparables con los hábitats naturales dentro de una región particular (Ciontescu, 2012).

La IE es un 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 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 protecciónde la tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Mackey, s. f). La IE analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema a través de tres variables mediante un árbol de decisión, así:

- Conectividad estructural de coberturas naturales (CECN)
- Índice de naturalidad (Inat)
- Áreas de concentración de especies sensibles (ACES)

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

a, *b* y *c* representan los factores de ponderación de las tres variables, los cuales se determinan mediante el establecimiento de una matriz multivariable en la que se comparan de forma pareada las variables y asignan 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.

Los criterios apropiación de agua y variación del contenido estimado de carbono resaltan la importancia de incorporar en los procesos de planeación agropecuaria y de zonificación de aptitud las demandas de agua y carbono por parte de los cultivos comerciales y la forma en que los cambios en el uso del suelo pueden llegar a afectar estos recursos en el tiempo.

Cuadro 13. Criterios y variables del componente socioecosistémico

Criterio	Definición	Definición de la variable
Cambio de 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.	**Cobertura de la tierra:** 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 caucho natural, bajo una visión integral del territorio. Así mismo, 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 de caucho natural.
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 (Inat): 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 aves (AICA); de esta forma, cuanto mayor sea la concentración de estas especies, dada su sensibilidad, menor la aptitud para el establecimiento del cultivo comercial de caucho, 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 caucho es mayor.

Criterio	Definición	Definición de la variable
Apropiación de agua	Representa la cantidad de agua que es retenida del flujo de la cuenca para satisfacer la demanda de la especie, tanto para su crecimiento como materia prima para el sustento del cultivo y en la producción de caucho natural.	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 caucho natural. De esta forma, es posible identificar si, dada la capacidad hídrica de la SZH, se constituye en 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	Es el balance entre el contenido de carbono estimado en la biomasa (aérea y subterránea) de la cobertura vegetal actual y en el suelo, frente a un potencial cambio de cobertura para el establecimiento del cultivo comercial de caucho natural.	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	Permite medir la 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 a los cultivos de caucho establecidos en una zona determinada.	Los incendios de la cobertura vegetal son uno de los mayores peligros para cualquier tipo de cultivo, pues estos eventos pueden desde afectar 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.

3.2.3. CRITERIOS Y VARIABLES DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

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

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

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

Para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho natural, la competitividad se expresa como la capacidad de una región (municipio) para generar las condiciones de producción que promuevan el desarrollo sostenido de los cultivos con fines comerciales; con esto, permiten mejorar de manera permanente las condiciones de vida y bienestar de sus habitantes y, en particular, de los empresarios y familias dedicadas al negocio cauchero.

Con base en la definición planteada, la competitividad del cultivo de caucho natural con fines comerciales implica un proceso que tiene en cuenta los requerimientos y condiciones multidimensionales para desarrollar su producción. Estos requerimientos y condiciones son los criterios o variables estructurales que conducen hacia la competitividad, cuyo logro se traduce en mejores condiciones de vida para las comunidades caucheras. A su vez, estas mejoras en la calidad de vida evidencian la competitividad, en este caso, del cultivo comercial de caucho natural.

Un mercado competitivo significa mejores vías terrestres, precios y condiciones favorables de la tierra, seguridad pública estable, mercado laboral disponible y, con suficiente mano de obra calificada y no calificada, generación de riqueza y apalancamientos financieros; todo lo anterior redundará en beneficio del productor de caucho natural y de las comunidades locales, representado en mejores condiciones de vida (figura 16).

Figura 16. Proceso de competitividad



Al inversionista en el cultivo comercial de caucho le puede ser indiferente invertir en un sitio con 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 caucho 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) compara las capacidades de las regiones con potencial comercial para generar el desarrollo sostenible de un cultivo y promover el bienestar para las familias que dependen de esta actividad. El IC resulta de la incorporación de las variables seleccionadas en un esquema de cálculo de indicadores mediante la estandarización y normalización de la información; compara los diferentes aspectos de competitividad entre los municipios y define las 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.

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 para analizar integralmente los índices en el proceso: 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 como la distancia a centros de comercialización o áreas de influencia de entidades como el SENA o Corpoica.

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:

$$\text{Índice de competitividad} = \frac{(I - MÍN)}{(MÁX - MÍN)}$$

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

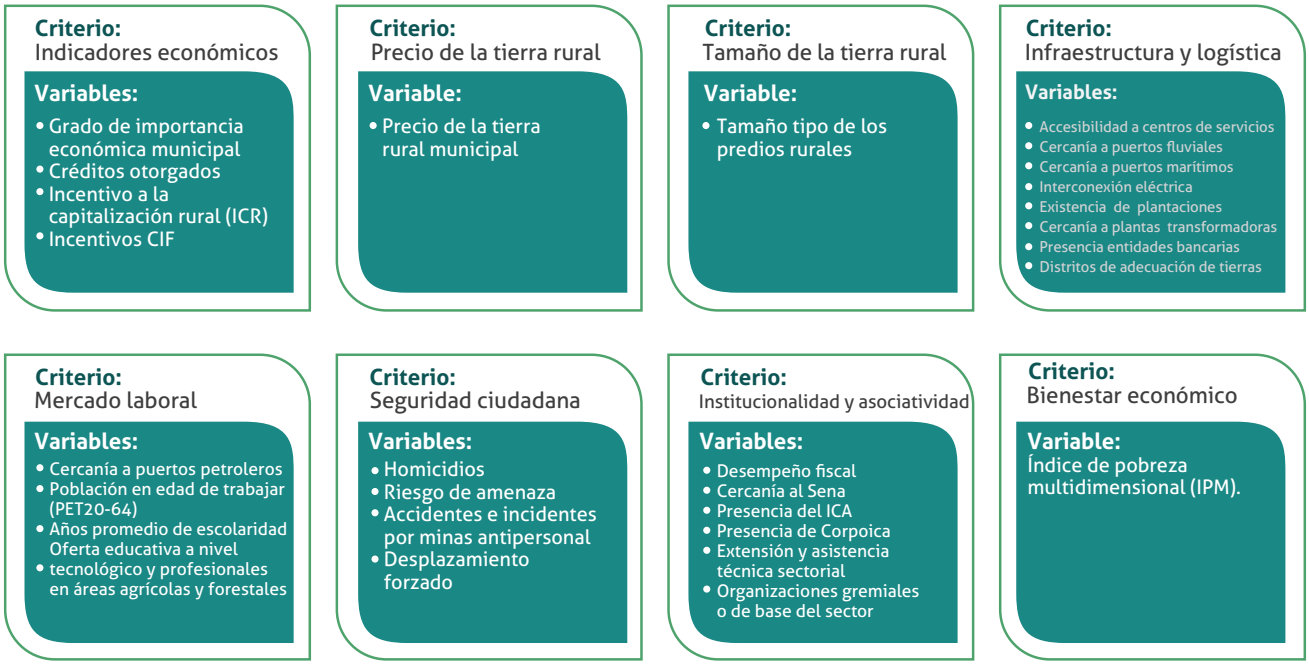
Una vez calculado el IC de la variable objeto de estudio en cada uno de los municipios del país, este se clasifica, según su aptitud competitiva, así: aptitud alta (A1), si el IC tiende a 1 y aptitud baja (A3), si el IC tiende a 0. Los valores intermedios corresponden a aptitud media (A2).

En resumen, inicialmente el método permitió asociar los resultados de los indicadores con valores de rango entre 0 y 1. Se asoció 1 al mejor resultado de cada indicador o de aptitud competitiva alta, 0 al resultado de aptitud competitiva baja y los valores intermedios entre 0 y 1, a la aptitud competitiva media. De esta manera, el análisis posterior individual por cada variable pudo realizarse homogéneamente, indistintamente de la cantidad de municipios o

indicadores presentes. Después se calculó el valor de las categorías de aptitud, al aplicar un promedio simple a los valores de los indicadores pertenecientes a cada categoría para obtener un valor único por municipio, de acuerdo con la categoría en análisis. Finalmente, se calculó el IC al utilizar de nuevo un promedio simple sobre el valor de las categorías ya calculadas.

En la figura 17 y en el cuadro 14 se muestran los criterios y las variables que hacen parte del componente socioeconómico.

Figura 17. Criterios y variables del componente socioeconómico



Cuadro 14. Criterios y variables del componente socioeconómico

Criterio	Definición	Definición de la variable
Indicadores económicos	Refleja las tendencias de asigna-ción de recursos financieros e incentivos que contribuyen al apalancamiento del cultivo en un entorno macroeconómico que considera el desempeño económico en el municipio. Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector cauchero en el municipio, el cual es un factor relevante para los agentes económicos para la toma de decisiones de inversión.	**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 incorporó por grados o categorías de importancia económica que le debe corresponder a un municipio.
		Créditos otorgados: aquellos que se otorgan a una persona natural o jurídica para desarrollar 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 cauchero para la ejecución de nuevos proyectos de inversión orientados a mejorar la infraestructura de producción y de comercialización.
		Incentivos CIF: apoyo económico que otorga el Gobierno nacional para cubrir parte de los gastos de establecimiento y mantenimiento en que incurran los productores caucheros que realicen nuevas plantaciones forestales comerciales, en terrenos de aptitud forestal.
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 para 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 se ubicó dentro de un rango de tamaño tipo predominante y, por 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	Definición de la variable
Infraestructura y logística	Posibilita el intercambio comercial de bienes y servicios del aparato productivo, facilitando la interacción entre las unidades económicas y sociales.	**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. 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.
		Cercanía a puertos fluviales: 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.
		Cercanía a puertos marítimos: 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 hacia puertos marítimos para realizar operaciones de comercio internacional.
		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).
		Existencia de plantaciones: reporte oficial del área sembrada en caucho por municipio.
		Cercanía a plantas de transformación: facilidad con la que se puede alcanzar las plantas de transformación de caucho natural desde un punto del territorio donde se encuentra un cultivo.
		Presencia de entidades bancarias: número de establecimientos bancarios por municipio que brindan la disponibilidad a los pobladores, productores e inversionistas de depositar, trasladar, girar o adelantar operaciones o transacciones activas o crediticias que potencien los negocios, las inversiones y la productividad en una región.
		Distritos de adecuación de tierras: delimitación del área de influencia de obras de infraestructura destinadas a la dotación de un área determinada con riego, drenaje o protección contra inundaciones para el desarrollo de actividades agropecuarias.

Criterio	Definición	Definición de la variable
Mercado laboral	Condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra necesaria para las necesidades del sector a nivel municipal.	**Cercanía a centros petroleros:** 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.
		Población en edad de trabajar (PET20-64): cantidad de población entre los 20 y 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.
		Años promedio de escolaridad: promedio de años de estudio cursados y aprobados por la población de 15 años o más a nivel municipal.
		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.
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 supresión de la 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 antipersonal: acontecimientos por minas antipersonal 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 y a abandonar su localidad de residencia o actividades económicas habituales porque su vida, integridad física, seguridad o libertad personales 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.

Criterio	Definición	Definición de la variable
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 las condiciones internas y externas a la cadena, en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector cauchero.	**Desempeño fiscal:** medición global del resultado fiscal anual alcanzado por cada municipio, a partir de la agregación de indicadores de gestión financiera como la autofinanciación de los gastos de funcionamiento, el respaldo del servicio de la deuda, la dependencia de las transferencias de la nación y las regalías (SGR), la generación de recursos propios, la magnitud de la inversión y la capacidad de ahorro.
		Cercanía al SENA: facilidad con la que se puede alcanzar desde un sitio en el territorio el centro más cercano del SENA, que ofrece programas de formación académica integral para la incorporación y el desarrollo de personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país. Sintetiza sus 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 Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 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 en un 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. El término sectorial está referido tanto al sector agropecuario en general como al sector cauchero.
		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.
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 con el 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 la privación 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 caucho natural, 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, 2014a), las cuales corresponden a cuatro categorías de aptitud, una categoría de exclusiones legales y una categoría de condicionantes legales (cuadro 15).

Cuadro 15. Categorías para el desarrollo de la zonificación de áreas aptas

Categoría	Definición	
APTITUD		
A1	Alta	Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico.
A2	Media	Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico.
A3	Baja	Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones o el desarrollo de nuevas tecnologías.
N1	No 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 del cultivo comercial de caucho.
CONDICIONANTES LEGALES		
C1	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 del cultivo comercial de caucho

Fuente de datos: UPRA (2014a).

3.3.1 RANGOS DE APTITUD PARA EL COMPONENTE FÍSICO

Desde el componente físico se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), donde, dados los requerimientos específicos del cultivo en términos de clima y suelos, se presentaron unas restricciones que imposibilitan el desarrollo de la actividad heveícola. En el cuadro 16 se registran los rangos de aptitud desde el componente físico, incluyendo las exclusiones técnicas N1. El cuadro 16 muestra los rangos para cada una de las variables del componente físico.

Cuadro 16. Categorías de aptitud del componente físico para el mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo de caucho, escala 1:100.000

Subcomponente	Criterio	Variables	Unidad	Categorías de aptitud			
				A1	A2	A3	N1
CLIMÁTICO	Condiciones climáticas	Temperatura media anual	°C	≥ 24 - ≤ 28	> 20 - < 24	> 28	< 20
		Precipitación total	mm/año	> 2500 - < 3000	> 1500 - < 2500 y > 3000 - < 4000	> 500 - < 1500 y > 4000 - < 5000	< 500 y > 5000
		Brillo solar	horas sol/año	> 1700	≥ 900 - < 1700	< 900	-
EDÁFICO	Condiciones de enraizamiento	Profundidad efectiva	cm	> 100	75-100	50-75	< 50
		Pedregosidad	Porcentaje (%)	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
		Textura	Adimensional (clase textural)	Medias, gruesas	Finas	Muy finas	-
	Capacidad de laboreo	Pendiente	Porcentaje (%)	≤ 12	12-25	25-75	≥ 75
		Textura	Adimensional (clase textural)	Medias	Gruesas	Finas y muy finas	-
		Pedregosidad	Porcentaje (%)	Sin fase de pedregosidad	-	Con fase de pedregosidad	-
	Disponibilidad de humedad	Régimen de humedad	Adimensional	Údico	Ústico	Ácuico	Perácuico y arídico
		Textura	Adimensional (Clase textural)	Finas y muy finas	Medias	Gruesas	Muy gruesas
	Disponibilidad de oxígeno	Drenaje natural	Adimensional	Bueno y excesivo	Moderado	Imperfecto y pobre	Muy pobre
		Suceptibilidad a inundaciones	Número de días	No hay	Cortas (2 a 7 días)	Largas (7 a 30 días)	Muy largas (30 a 90 días)
	Conservación de suelos	Pendiente	Porcentaje (%)	Plana a moderadamente ondulada (< 25)	Moderada a fuertemente quebrada (25 -50)	Ligeramente escarpada (50-75)	Fuertemente escarpada (> 75)
		Erosión actual	Adimensional	Sin erosión y ligera	Moderada	-	Severa y muy severa
		Susceptibilidad a deslizamientos	Adimensional	Baja y muy baja	Media	Alta y muy alta	-
	Toxicidad por sales y aluminio	Salinidad	Conductividad eléctrica (dS/m)	No salino	-	-	Salino
		Saturación de aluminio	Porcentaje (%)	0-30	30-60	60-90	> 90

Subcomponente	Criterio	Variables	Unidad	Categorías de aptitud			
				A1	A2	A3	N1
EDÁFICO	Disponibilidad de nutrientes	Acidez (pH)	pH	5,6-6,5	6,6-7,8	4,0-5,5	≤ 4,0 y > 7,8
		Capacidad de intercambio catiónico	cmol/kg de suelo	Alta (> 20)	Media (10-20)	Baja (< 10)	-
		Saturación de bases	Porcentaje (%)	Alta (> 50)	Media (25-50)	Baja (< 25)	-
		Carbono orgánico	Porcentaje (%)	> 2	1-2	< 1	-
FITOSANITARIO	Riesgo fitosanitario	Humedad relativa asociada a *Mycrociclus ulei*	Porcentaje (%)	< 70	70-80	> 80	-
		Déficit pluvial asociado a *Mycrociclus ulei*	Meses secos continuos (< 100 mm/mes)	> 3	2	≤ 1	-

3.3.2. RANGOS DE APTITUD PARA EL COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO

Para el componente socioecosistémico, se definieron las áreas de exclusión técnica (N1), 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 caucho natural.

La segunda categoría, ecosistemas estratégicos, considera 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 caucho natural.

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). No podrán ser objeto de ningún tipo de actividad agrícola. Se toma 2010 como fecha límite, en concordancia con la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, donde se evidencia que Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático –lo cual pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la implementación de estrategias para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.

La exclusión en áreas deforestadas después del 2010 se enmarca en los siguientes documentos:

- «Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono» (MADS, s. f.);
- «REDD+: estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo» (MADS, s. f.).

En el cuadro 17 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioecosistémico.

Cuadro 17. Rangos de aptitud del componente socioecosistémico para el mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo de caucho, escala 1:100.000

Criterio	Variable	Aptitud			
		A1	A2	A3	N1
Cambio de cobertura	**Cobertura de la tierra**	Zonas de alta favorabilidad para el establecimiento del cultivo de caucho natural, 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	Zonas de moderada favorabilidad para el establecimiento del cultivo de caucho natural, dedicadas a usos agrícolas o pecuarios, donde predominan los pastos y los cultivos permanentes o transitorios para la producción de alimentos, adicionalmente incluye algunos herbazales densos de tierra firme (el grado de aptitud de esta cobertura depende del bioma asociado a la misma)	Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del cultivo de caucho natural, corresponden a coberturas 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 caucho natural, 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(Inat) + c(ACES) Donde: *a* = 0,6175, *b* = 0,2968 y *c* = 0,0856				
	Conectividad estructural de las coberturas naturales	0,079-0,385	0,386-0,692	0,693-1,000	No aplica
	Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica (%)	(0-50) Inat muy baja – vital, baja – estratégica y moderada	(50-75) Inat alta	(75-100) Inat muy alta	No aplica
	Áreas de concentración de especies sensibles	**Áreas prioritarias de conservación (APC)**			
		(< -10,02) ln D	(-2,77 a -10,02) ln D	(-2,76 a 6,42) ln D	No aplica
		Áreas sin identificación de APC	APC con baja y muy baja densidad de especies sensibles	APC con moderada, alta y muy alta densidad de especies sensibles	

<table>
<tr><th rowspan="2">Criterio</th><th rowspan="2">Variable</th><th colspan="4">Aptitud</th></tr>
<tr><th>A1</th><th>A2</th><th>A3</th><th>N1</th></tr>
<tr><td rowspan="5">Integridad ecológica</td><td rowspan="5">Áreas de concentración de especies sensibles</td><td colspan="4">Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA)</td></tr>
<tr><td>(< -8,085) ln D</td><td>(-4,189 a -8,085) ln D</td><td>(-4,189 a 1,67) ln D</td><td rowspan="2">No aplica</td></tr>
<tr><td>Áreas sin AICA</td><td>AICA con densidad muy baja o baja, de especies sensibles</td><td>AICA con densidad moderada de especies sensibles</td></tr>
<tr><td colspan="4">Áreas críticas (AC) para especies migratorias en paisajes agropecuarios</td></tr>
<tr><td colspan="4">Valoración cualitativa de riqueza mediante la reclasificación de aptitud para el cultivo de caucho de acuerdo con la importancia y preferencia del hábitat de las aves migratorias asociadas con ambientes acuáticos, abiertos y de bosque. Se tienen en cuenta los períodos estacionario y migratorio.</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Apropiación de agua</td><td colspan="5">A1 = IUA A1 - USO A1
A2 = IUA A2 - USO A1, IUA A1 - USO A2, IUA A2 - USO A2
A3 = IUA A3 - USO A1, IUA A3 - USO A2, IUA A1 - USO A2, IUA A2 - USO A3, IUA A3 - USO A3</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Apropiación de agua</td><td colspan="3">Uso Consuntivo (USO)</td><td>No aplica</td></tr>
<tr><td>6000-9999</td><td>10.000-13.999</td><td>14.000-21.999</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Índice de Uso del Agua (IUA)</td><td></td></tr>
<tr><td>11,99-18,94</td><td>5,56-11,98</td><td>-4,26-5,55</td><td></td></tr>
<tr><td>Variación del contenido estimado de carbono</td><td>Variación del contenido estimado de carbono</td><td>< -20</td><td>0 a -20</td><td>≥ 0</td><td>No aplica</td></tr>
<tr><td>Amenaza por incendios de la cobertura vegetal</td><td>Amenaza de incendios de la cobertura vegetal</td><td>Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal</td><td>Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal</td><td>Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal</td><td>No aplica</td></tr>
</table>

3.3.3. CRITERIOS Y VARIABLES DEL 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), puesto que la mayoría de las variables analizadas fueron índices sintéticos cuya variación responde a factores exógenos. En el cuadro 18 se registran los rangos de aptitud desde el componente socioeconómico. El cuadro 18 muestra los rangos para cada una de las variables del componente socioeconómico.

Cuadro 18. Rangos de aptitud definidos desde el componente socioeconómico para el mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo de caucho, escala 1:100.000

Criterio	Variable	Unidad de medida	Aptitud		
			A1	A2	A3
Indicadores económicos	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 ≥ 0,0525	IC < 0,0525	-
		Valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	≥ 250	Entre 1 y < 250	Municipios sin historial crediticio
	Incentivo a la capitalización rural (ICR)	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,0267	IC < 0,0267	Sin historial de incentivos ICR
		Valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	> 12	> 0 y < 12	
	Incentivos CIF	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,0597	IC < 0,0597	Sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho
		Promedio anual 2010-2014 del valor en millones de pesos de incentivos CIF para caucho otorgados en el municipio	> 100	< 100	

Criterio	Variable	Unidad de medida	Aptitud		
			A1	A2	A3
Indicadores económicos		Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,2076	IC < 0,2076	
		Promedio anual 2010-2014 de las hectáreas reforestadas con incentivos CIF para caucho natural otorgados en el municipio	> 125	< 125	
		Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,2500	IC < 0,2500	
		Promedio anual 2010-2014 del número de incentivos CIF para caucho otorgados en el municipio	> 3	< 3	
Precio de la tierra rural	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)	Precio promedio municipal de la hectárea rural < $3.500.000	Precio promedio municipal de la hectárea rural entre $ 3.500.000 y $ 7.500.000	Precio promedio municipal de la hectárea rural > $7.500.000
Tamaño de la tierra rural	Tamaño tipo de los predios rurales	Tamaño tipo de los predios rurales	> 100 ha	Entre 10 ha y 100 ha	< 10 ha
Infraestructura y logística	Accesibilidad a centros de servicios	Tiempo de desplazamiento en horas (TD) (calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de servicios más cercano)	≤ 3 horas	> 3 horas - ≤ 6 horas	> 6 horas
	Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas (TD) (calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano)	≤ 4 horas	> 4 horas - ≤ a 8 horas	> 8 horas
	Cercanía a puertos fluviales	Tiempo de desplazamiento (horas) calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano	≤ 3 horas	> 3 horas - ≤ 6 horas	> 6 horas

Criterio	Variable	Unidad de medida	Aptitud		
			A1	A2	A3
Infraestructura y logística	Cercanía a plantas de transformación	Tiempo de desplazamiento (horas) calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la planta de transformación más cercana	≤ 5 horas	> 5 horas - ≤ 7 horas	> 7 horas
	Existencia de plantaciones	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,10	IC < 0,10	Municipios sin información de área sembrada
		Hectáreas sembradas con caucho hasta el año 2014 en el municipio	≥ 1000 ha sembradas	< 1000 ha sembradas	
	Interconexión eléctrica	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,900	IC ≥ 0,800 - < 0,900	IC < 0,800
		(comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE))	Cobertura ≥ 90 %	Cobertura ≥ 80 y < 90 %	Cobertura < 80 %
	Presencia de entidades bancarias	Número de entidades bancarias en el municipio	Más de 3 entidades bancarias a nivel municipal	Entre 1 y 3 entidades bancarias a nivel municipal	Sin entidades bancarias a nivel municipal
	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 distritos de adecuación de tierras
Mercado laboral	Cercanía a centros petroleros	Tiempo de desplazamiento en horas (TD) (calculado con base en la isocrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano)	> 2	≥ 1 - ≤ 2	< 1
	Población en edad de trabajar (PET20-64)	Índice de competitividad (IC)	(IC > 0,01015)	(IC entre 0,00419 y 0,01015)	(IC < 0,00419)
		Población en edad de trabajar (PET20-64)	> 50.000	Entre 20.000 y 50.000	< 20.000

Criterio	Variable	Unidad de medida	Aptitud		
			A1	A2	A3
Mercado laboral	Años promedio de escolaridad	Número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio	> 8 años	Entre 6 años y 8 años	< 6 años
		Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,6510	IC ≥ 0,3835 y < 0,6510	IC < 0,3835
	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
Seguridad ciudadana	Homicidios	Tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio	Sin información y < 23,8	≥ 23,8 - < 69,3	> 69,3
		Índice de competitividad (IC)	IC > 0,877	IC ≥ 0,621 - < 0,877	IC < 0,621
	Riesgo de amenazas	Índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio	≤ 0,42	> 0,42 - ≤ 0,58	> 0,58
		Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,720	IC ≥ 0,519 - < 0,720	IC < 0,519
	Accidentes e incidentes por minas antipersonal	Tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonal por 100.000 habitantes en el municipio	Sin información y ≤ 3,15	> 3,15 y ≤ 17,71	> 17,71
		Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,9929	IC ≥ 0,9600 - < 0,9929	IC < 0,9600
	Desplazamiento forzado	Tasa anual de desplazamiento forzado promedio 2010-2014 por 1.000 habitantes en el municipio	< 5	Entre 5 y 10	> 10
		Índice de competitividad (IC)	IC > 0,9656	IC entre 0,9323 y 0,9656	IC < 0,9323

Criterio	Variable	Unidad de medida	Aptitud		
			A1	A2	A3
Institucionalidad y asociatividad	Desempeño fiscal	Promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio	≥ 70,02 y hasta 90,73	< 70,02 - ≥ 60,00	< 60,00 - ≥ 33,23
		Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,655	IC ≥ 0,476 y < 0,655	IC < 0,476
	Cercanía al SENA	Tiempo de desplazamiento en horas (TD) (calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la sede del SENA más cercana)	≤ 2	> 2 - ≤ 5	> 5
	Presencia del ICA	Área de influencia (calculada con base en presencia de sedes del ICA en el municipio)	Con sedes	-	Dentro del área de influencia institucional sin sedes
	Presencia de Corpoica	Área de influencia (calculada con base en la presencia de sedes de Corpoica en el municipio)	Con sedes	-	Dentro del área de influencia institucional sin sedes
	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	-	Sin 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 3 o más organizaciones	Con 1 o 2 organizaciones	Sin organizaciones de extensión y asistencia técnica agropecuaria
Condiciones de vida	Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice de pobreza multidimensional para el año 2005 en el municipio	IPM < 64	IPM entre 64 y 83	IPM > 83
		Índice de competitividad (IC)	IC > 0,46731	IC entre 0,22069 y 0,46731	IC < 0,22069

Las fichas metodológicas de criterios y variables de análisis jerárquico considerados dentro de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho natural contienen, entre otra información, la siguiente: tipo de criterio que representa, definición, importancia del criterio o la variable, rango de evaluación establecido, limitantes, ponderación del criterio, 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 caucho, ya sea de forma excluyente o condicionante. Los lineamientos corresponden a las directrices o reglas que orientan o excluyen un uso determinado del territorio rural, implicando en este caso restricciones legales, o condicionantes para el uso. El carácter excluyente se da donde existen áreas sobre las cuales está prohibida la realización de proyectos productivos, mientras las 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, debe proceder a través de mecanismos de consulta u otros que determine la legislación ambiental colombiana.

El cuadro 19 presenta los condicionantes legales y el cuadro 20, los criterios de exclusión legal definidos para la cadena de caucho

Cuadro 19. Condicionantes legales

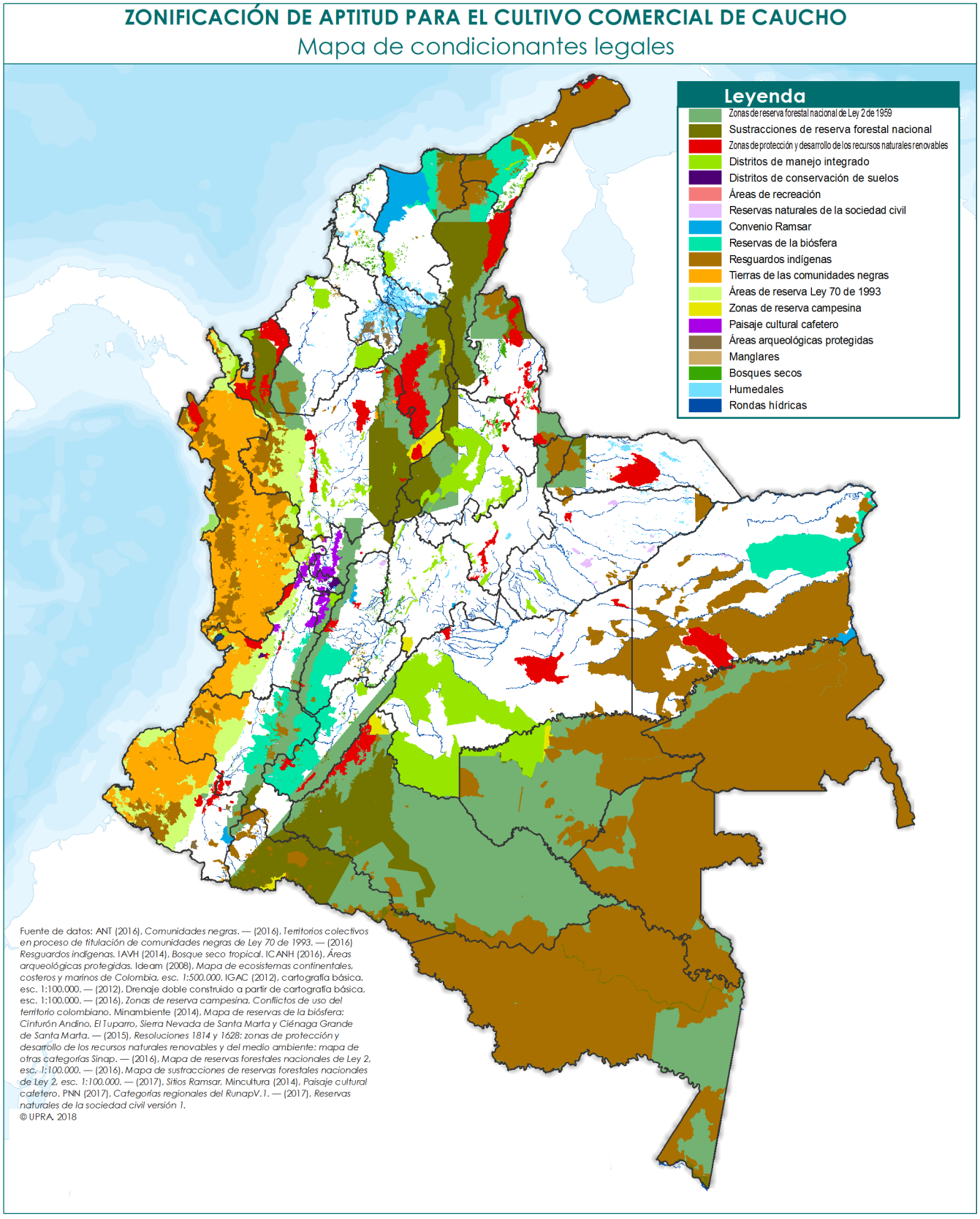
Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos	**Humedales:** el Decreto 1640 de 2012 plantea, en su artículo 2, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y en general con los procesos de regulación de disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada. La Ley 1753 de 2016, en su artículo 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 con los lineamientos definidos por el MADS. Cuando sea efectuado el deslinde y delimitación de un humedal que no pertenezca al Convenio Ramsar, se determina un plan de manejo especial, precave una serie de usos, a saber, como usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos. De esta manera, considerando el principio de precaución y las disposiciones planteadas, la capa respectiva de humedales estará supeditada a ser considerada una vez sea delimitado, zonificado y 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.
	Manglares: ecosistemas de zonas costeras en los que se relacionan especies arbóreas de diferentes familias, denominadas mangle, con otras plantas, con animales que allí habitan permanentemente o durante algunas fases de su vida y con las aguas, los suelos y otros componentes del ambiente (Resolución 1602 de 1995 del MADS). Para su conservación, el MADS desarrolló el programa nacional para el uso sostenible, manejo y conservación de los ecosistemas de manglar, en el año 2002. En estos ecosistemas se prohíbe cualquier obra, industria o actividad que se localice dentro del área del manglar y que destruya su cobertura forestal o altere los procesos ecológicos del ecosistema, exceptuando las labores comunitarias de acuicultura artesanal que no causen detrimento al manglar, y que sean debidamente aprobadas por las entidades administrativas de los recursos naturales competentes (Resolución 1602 de 1995 de MADS).
	Rondas hídricas: el artículo 3 del Decreto 1449 de 1977, «por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del numeral 5 del artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley 2811 de 1974», compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, establece que los propietarios de los predios rurales tienen la obligación de mantener en cobertura boscosa dentro del inmueble respectivo a 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».

Variable	Áreas de exclusión
	De esta manera, bajo 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 sea delimitada, zonificada y sean determinados sus respectivos usos, expedido por la autoridad ambiental competente; por ende, será una capa flotante cuya estimación de condicionante pende de la determinación de los usos compatibles y prohibidos.
Ecosistemas estratégicos	**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, por ello el MADS desarrolló un Plan de Acción Nacional de lucha contra la Desertificación y la Sequía (PAN) 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.
Áreas protegidas	**Distritos de manejo integrado (DMI):** de acuerdo con el artículo 14 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
	Distritos de conservación de suelos (DCS): el Decreto 2372 de 2010, compilado por el Decreto 1076 de 2015, define que son espacios geográficos cuyos ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute, por las restricciones debidas a su orientación de manejo para la recuperación de suelos alterados o degradados o la prevención de fenómenos que causen alteración o degradación en áreas especialmente vulnerables por sus condiciones físicas o climáticas o por la clase de utilidad que en ellas se desarrolla.
	Áreas de recreación: conforme con el artículo 15 del Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, son espacios geográficos en los que los paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional mantienen la función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, con un potencial significativo de recuperación, y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute; por esa razón, esta categoría impone restricciones similares a las de los distritos de manejo integrado.
	Reservas naturales de la sociedad civil: conforme con el artículo 1 del Decreto 1996 de 1999, corresponde a la parte o el todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de la sustentabilidad en el uso de los recursos naturales.

Variable	Áreas de exclusión
Áreas protegidas	**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).
Zonas de reserva forestal nacional	**Zonas de reserva forestal nacional de la Ley 2.ª de 1959:** 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 Amazonía. Para el estudio se manejó como condicionante, puesto que está establecido mediante resolución que, para un cambio en el uso del suelo, se requiere de una solicitud de sustracción de reserva forestal.
	Sustracciones de las reservas forestales de la Ley 2.ª de 1959: el numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto-Ley 3570 de 2011, facultó al hoy MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad para la que fue solicitada. Se estableció como condicionante, puesto que las sustracciones se realizan para una actividad determinada y no para otros usos.
Distinciones internacionales	**Reservas de la biósfera:** de acuerdo con la Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural, los Estados parte se obligan a prestar su concurso para identificar, proteger, conservar y revalorizar el patrimonio cultural y natural (artículo 6) y a no tomar medidas que le puedan causar daño, directa o indirectamente (cinturón andino, el Tuparro, sierra nevada de Santa Marta, ciénaga Grande de Santa Marta, *Seaflower*).
	Ramsar: la Convención sobre los humedales de importancia internacional, conocida como Convención Ramsar, es un tratado intergubernamental desarrollado para coordinar las acciones en el ámbito nacional y la cooperación internacional para garantizar la conservación y el uso racional de los humedales de importancia regional (en el trayecto de rutas de aves migratorias) y sus recursos. Colombia, mediante la Ley 357 de 1997, aprueba la Convención relativa a los humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas; se obliga como parte contratante de la convención a elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la lista y, en la medida de lo posible, el uso racional de los humedales de su territorio (artículo 3), así como a fomentar la conservación de los humedales y de las aves acuáticas, creando reservas naturales en aquellos (artículo 4).
Áreas de interés cultural y social	**Tierras de las comunidades negras:** son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con el artículo 5º 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».

Variable	Áreas de exclusión
Áreas de interés cultural y social	**Áreas de reserva Ley 70:** de acuerdo con el artículo primero 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».
	Zonas de reserva campesina: el artículo 80 de la Ley 160 de 1994 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 los reglamentos respectivos se indicarán las extensiones mínimas y máximas que podrán adjudicarse, determinadas en Unidades Agrícolas Familiares, el número de éstas que podrá darse o tenerse en propiedad, los requisitos, condiciones y obligaciones que deberán acreditar y cumplir los ocupantes de los terrenos. En las zonas de reserva campesina la acción del Estado tendrá en cuenta, además de los anteriores principios orientadores, las reglas y criterios sobre ordenamiento ambiental territorial, la efectividad de los derechos sociales, económicos y culturales de los campesinos, su participación en las instancias de planificación y decisión regionales y las características de las modalidades de producción».
	Áreas de resguardos indígenas: los resguardos indígenas son propiedad colectiva de las comunidades indígenas a favor de las cuales se constituyen y, conforme con los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos indígenas son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva 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 (artículo 21, Decreto 2164 de 1995). El condicionante se fundamenta en lo establecido por la Constitución Política de Colombia (artículos 63 a 329), la Ley 21 de 1991 y el Convenio OIT 169 de 1989.
	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 Ministerio de Cultura, del 7 de octubre de 2011, cuyo artículo 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».
	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 que permite la realización de labores de agricultura tradicional y restringe el desarrollo de agricultura mecanizada en las áreas de potencial muy alto.

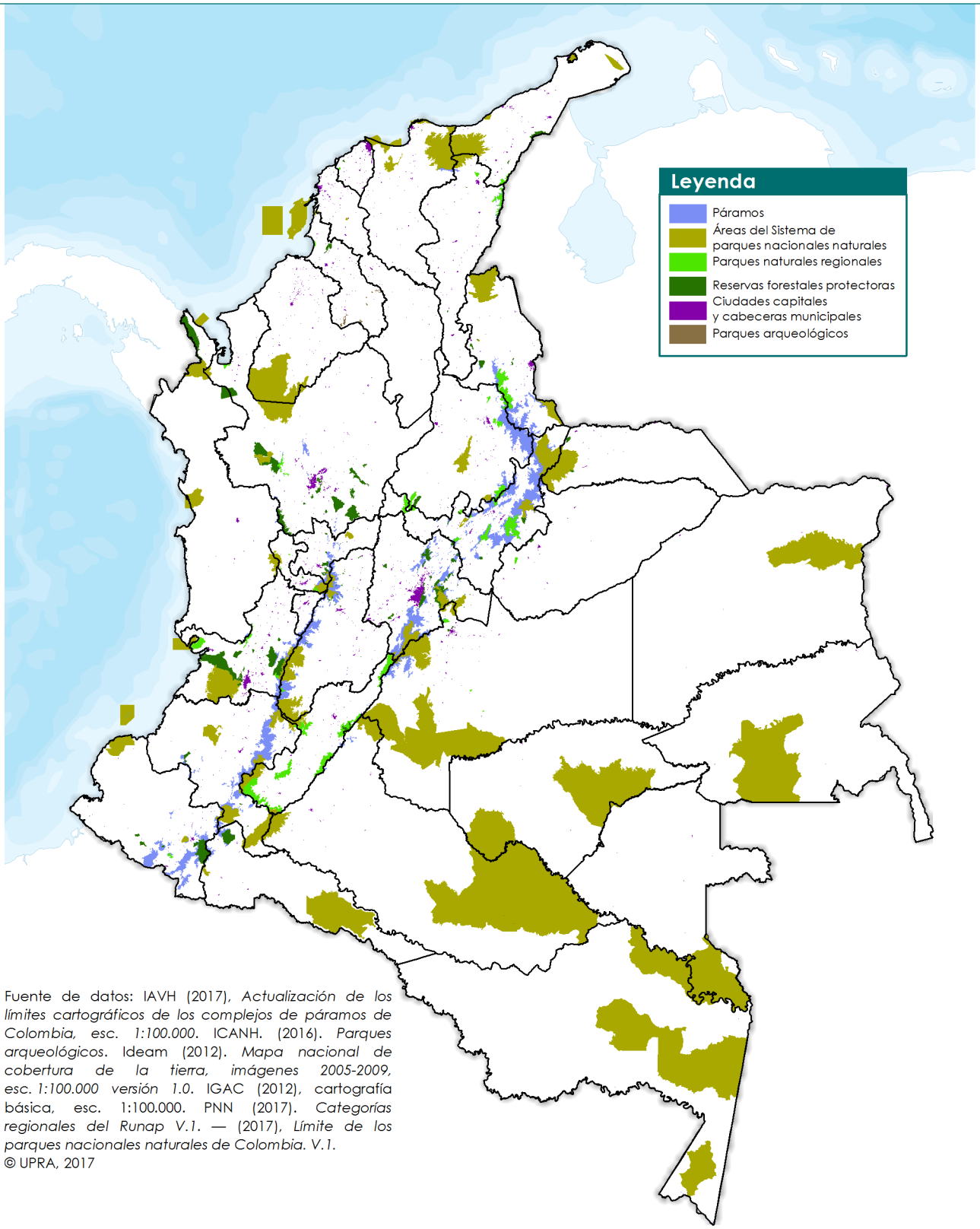
Figura 18. Mapa de condicionantes legales



Cuadro 20. Exclusiones legales

Variable	Áreas de exclusión
Ecosistemas estratégicos (páramos)	**Páramos:** en lo referente a los ecosistemas de páramo, es necesario referirse la Ley 1753 de 2015, por la cual se expide el *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 «Todos por un nuevo país»*, que en su artículo 173 establece que en las áreas delimitadas como páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias. Así mismo, 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. 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 por los importantes servicios ambientales que presta, sumado al hecho de que en la actualidad es un ecosistema sometido a intervenciones negativas o disturbios que afectan su supervivencia.
Áreas protegidas	**Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales:** parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) e integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, que reglamenta el Sinap. El Sinap incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y vía parque. De conformidad con el artículo 30 de Decreto 622 de 1977, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, esta categoría es totalmente incompatible con las actividades agropecuarias e industriales.
	Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.
	Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, compendiado en el Decreto 1076 de 2015, único del sector ambiental, se considera como un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. 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.
Áreas urbanas y suburbanas	T**ejido 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.
Áreas de protección cultural y social (parques arqueológicos)	**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° de la Ley 1185 de 2008 y Decreto 1080 de 2015).

Figura 19. Mapa de exclusiones legales



Fuente de datos: 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 2005-2009, esc. 1:100.000 versión 1.0*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. PNN (2017). *Categorías regionales del Runap V.1.* — (2017), *Límite de los parques nacionales naturales de Colombia. V.1.*

© UPRA, 2017

3.5. ANÁLISIS MULTICRITERIO

Método diseñado para alcanzar un objetivo específico mediante la valoración de manera estructurada de varios criterios, considerando un criterio como la base para una decisión que puede medirse o evaluarse. En el ámbito de zonificación, el análisis multicriterio se emplea en la definición de opciones estratégicas de tipo físico, socioecosistémico y socioeconómico sobre dónde es más adecuado establecer 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); un factor es un criterio que mejora o reduce la aptitud de una alternativa específica para el sector productivo en consideración; una restricción es un criterio que limita, condiciona o excluye dichas alternativas (Eastman *et al*., 1995).

3.5.1 PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP)

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

El AHP se basa en la estructuración jerárquica y comparación de pares de alternativas y permite, mediante la realización de una matriz de doble entrada (de comparación pareada), generar la calificación del grado de incidencia que un factor tiene sobre los otros.

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 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 basa en dar valores numéricos a los juicios emitidos por las personas, con lo cual se logra medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón

en términos de preferencia, importancia o probabilidad sobre la base de una escala numérica propuesta por Saaty (cuadro 21).

3.5.2. MATRIZ DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO

El procedimiento planteado continúa con 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 relativa que se presenta en el cuadro 21.

Cuadro 21. Escala de importancia de los criterios mediante análisis multicriterio

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			

Se tiene que A es una matriz de comparaciones pareadas de n criterios; aij 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 *aij* fue igual a 1, pues se estaba comparando el criterio consigo mismo. La posición transpuesta de la medida de la preferencia *aij* automáticamente fue el valor recíproco de *aij*, es decir 1/*aij*.

Cuadro 22. Esquema de la matriz multicriterio

	Criterio 1	**Criterio 2**	**...**	**Criterio n**
Criterio 1	1	a12	...	a1n
Criterio 2	1/a12	1	...	a2n
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
Criterio n	1/a1n	1/a2n		1

Al partir de la matriz de comparaciones obtenida para el cultivo, se procede a realizar el cálculo de ponderaciones de los criterios y el análisis de consistencia estadística, utilizando el software PriEsT (Priorty Estimation Tool) (Siraj, Mikhailov y Keane, 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 obtiene el llamado vector de prioridad «asociado» que representará los pesos de cada uno de los criterios considerados.

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

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

Donde:

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

El cuadro 22 presenta la matriz de evaluación multicriterio para el cultivo de caucho, y el cuadro 23, los pesos relativos de cada criterio resultantes de la ejecución de la matriz con el *software* PriEsT.

Cuadro 23. Matriz de evaluación multicriterio para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho

Criterios	Condiciones climaticas	Riesgo fitosanitario	Capacidad de laboreo	Condiciones de enraizamiento	Disponibilidad de humedad	Conservación de suelos	Disponibilidad de oxigeno	Disponibilidad de nutrientes	Toxicidad de suelos	Cobertura de la tierra	Integridad ecológica	Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	Apropiación de agua	Apropiación de carbono	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																						
Riesgo fitosanitario	1/3																					
Capacidad de laboreo	1/5	1/5																				
Condiciones de enraizamiento	1	1	3																			
Disponibilidad de humedad	1/3	1	3	1/3																		
Conservación de suelos	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3																	
Disponibilidad de oxigeno	1/5	1/5	3	1/3	1	3																
Disponibilidad de nutrientes	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5															
Toxicidad de suelos	1/7	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3														
Cobertura de la tierra	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1	1/3	3	1/3													
Integridad ecológica	1/5	1/3	1/3	1/5	1/3	1	1/3	1/3	3	5												
Amenaza por incendios de la cobertura vegetal	1/5	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/7											
Apropiación de agua	1/5	1/3	1	1/5	1/3	3	1/3	3	3	1/3	1/3	3										
Apropiación de carbono	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1	1/5	1/3	1	1	1/3	1/3	1/3									
Indicadores económicos	1/3	3	1/3	1/3	1	3	3	5	5	5	5	5	3	5								
Precio de la tierra rural	1/3	3	1/3	1/5	1/3	1	1/3	3	5	3	3	7	3	5	1							
Tamaño de la tierra rural	1/5	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/5	1/3	1/3	3	1/5	1/5						
Mercado laboral	1/3	5	3	1/3	1	3	1	5	5	3	5	7	7	5	3	3	7					
Infraestructura y logística	1/5	3	3	1/5	1	3	3	5	5	3	5	7	5	5	3	3	7	1				
Institucionalidad y asociatividad	1/5	1	1/5	1/5	1/3	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1	5	3	5	1/5	1/5	5	1/7				
Seguridad ciudadana	1/5	1/5	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	3	3	1	3	5	5	3	1/5	1/5	5	1/3	1/3	3		
Condiciones de vida	1/7	1/7	1/5	1/7	1/5	1/5	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1/5	3	1/7	1/7	1/3	1/7	1/7	1/3	1	

Cuadro 24. Ponderación de criterios para la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho

Orden	Componente	Criterio	Peso (%)
1	Físico	Condiciones de enraizamiento	12,8
2	Físico	Condiciones climáticas	12,7
3	Socioeconómico	Mercado laboral	9,0
4	Socioeconómico	Infraestructura y logística	8,5
5	Físico	Disponibilidad de humedad	6,8
6	Socioeconómico	Indicadores económicos	6,6
7	Físico	Riesgo fitosanitario	5,9
8	Físico	Disponibilidad de oxígeno	5,8
9	Físico	Capacidad de laboreo	5,0
10	Socioeconómico	Precio de la tierra rural	5,0
11	Físico	Conservación de suelos	3,1
12	Socioecosistémico	Integridad ecológica	2,5
13	Socioeconómico	Seguridad ciudadana	2,4
14	Socioecosistémico	Cambio de cobertura	2,4
15	Socioecosistémico	Apropiación de agua	2,2
16	Físico	Disponibilidad de nutrientes	2,0
17	Socioeconómico	Institucionalidad y asociatividad	2,0
18	Físico	Toxicidad de suelos	1,5
19	Socioecosistémico	Variación del contenido estimado de carbono	1,1
20	Socioecosistémico	Amenaza por incendios	1,0
21	Socioeconómico	Tamaño de la tierra rural	0,9
22	Socioeconómico	Condiciones de vida	0,8
		Total físico	**55,6 %**
		Total socioeconómico	**35,2 %**
		Total socioecosistémico	**9,2 %**

Se combinó la información de los criterios considerados en la zonificación, realizando una suma lineal ponderada en la cual los criterios fueron combinados aplicando los pesos calculados a cada uno y obtener así un mapa de zonificación para cultivos comerciales de caucho.

$$S = \sum Wi\ Xi$$

Donde:
S = Mapa con categorías de aptitud
Wi = Peso del criterio i
Xi = Valor del criterio i

La consistencia lógica obtenida dentro de este proceso en el ejercicio aplicado por el proyecto de zonificación es de 98,7 %.

3.6 ANÁLISIS ESPACIAL Y MODELOS CARTOGRÁFICOS

El análisis espacial es una herramienta ampliamente utilizada por la mayoría de las ciencias que 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 para lograr un fin determinado. Una parte importante de esta fase son las técnicas o herramientas de análisis espacial, que incluye un amplio conjunto de operadores o algoritmos que se ejecutan sobre una o varias capas de información (generalmente *raster*) con el propósito de producir una nueva capa de salida.

Dentro del proceso de zonificación, esta fase soporta muchos de los productos intermedios de tipo espacial para la obtención del mapa de aptitud de las plantaciones comerciales de caucho. Los pasos más usados se presentan en la figura 20.

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



Fuente de datos: UPRA (2014a).

- **Recopilación y entrada de datos:** consistió en la búsqueda, solicitud y evaluación de la información (espacial y alfanumérica) usada por los diferentes componentes. Esta información provino de entidades oficiales.

- **Procesamiento de la información:** abarcó una serie de procedimientos encaminados a que la información se encontrara en formatos adecuados para su análisis. Una de las operaciones más comunes utilizadas fue el proceso de reclasificación, que se emplea para la estandarización o escalamiento de las variables, criterios y lineamiento definidos en cada componente para su espacialización.

- **Análisis de la información:** consistió en examinar las salidas gráficas de cada criterio de acuerdo con los rangos de calificación establecidos por el grupo de expertos. Los criterios se estandarizaron en rangos entre 0 y 3, que indican la transición entre lo no apto (0) y lo muy apto (3). Para el caso en que los criterios no estaban conformados por variables continuas, la estandarización se realizó directamente asignando la calificación de la categoría de aptitud, basada en los atributos asociados al criterio.

- **Salidas gráficas y resultados:** permite representar la realidad de los diferentes criterios asociados a la zonificación a través de mapas o bases de datos georeferenciadas que contienen información sobre zonas aptas y no aptas para el desarrollo comercial de las plantaciones de caucho natural. El modelo tiene como insumos de entrada los mapas a nivel de variable y criterio generados por cada componente, las exclusiones legales y condicionantes y, finalmente, la integración de todas las capas, ponderando su valor de acuerdo con los resultados del análisis multicriterio.

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

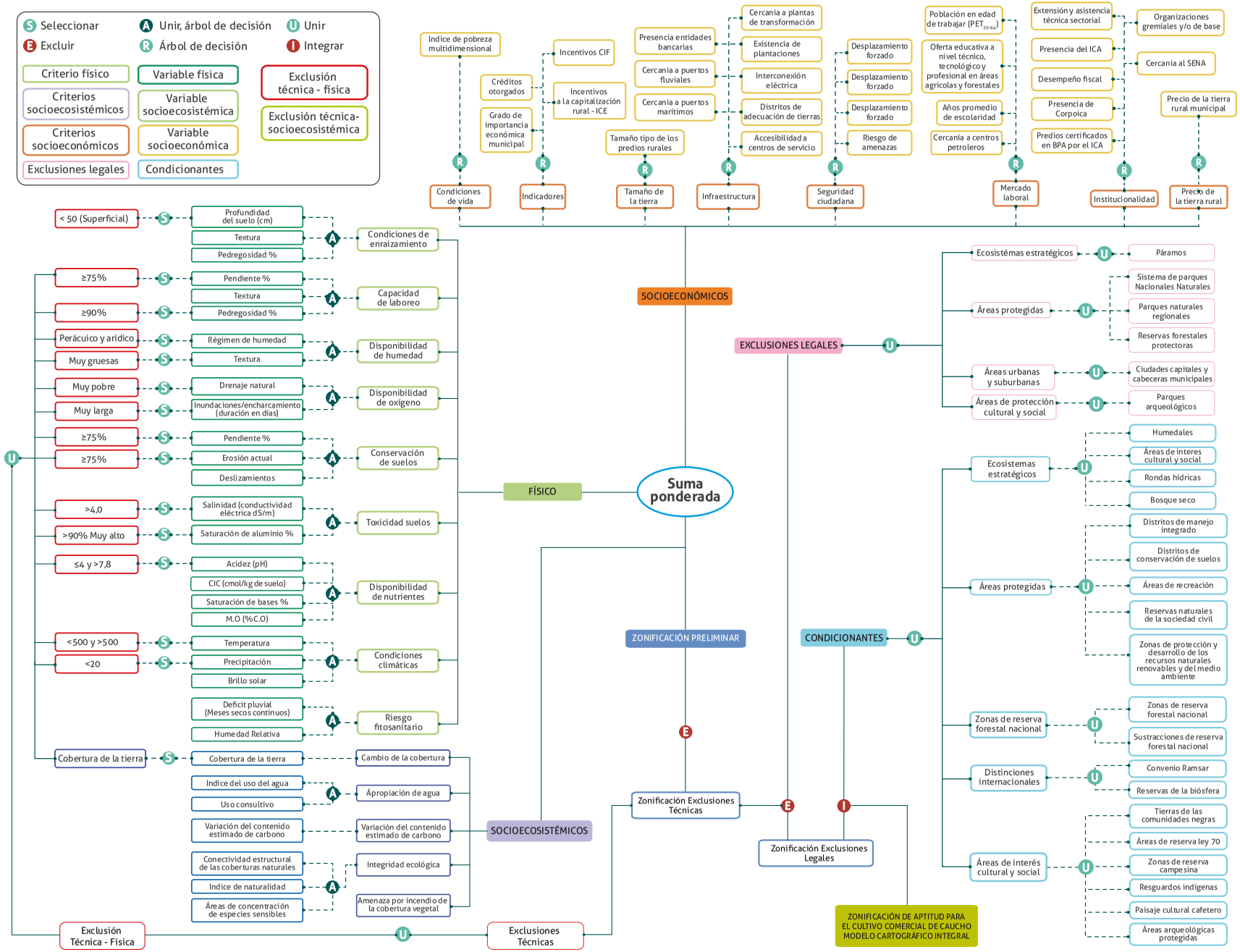


Figura 21. Modelo cartográfico integral

Figura 22. Modelo cartográfico del componente físico

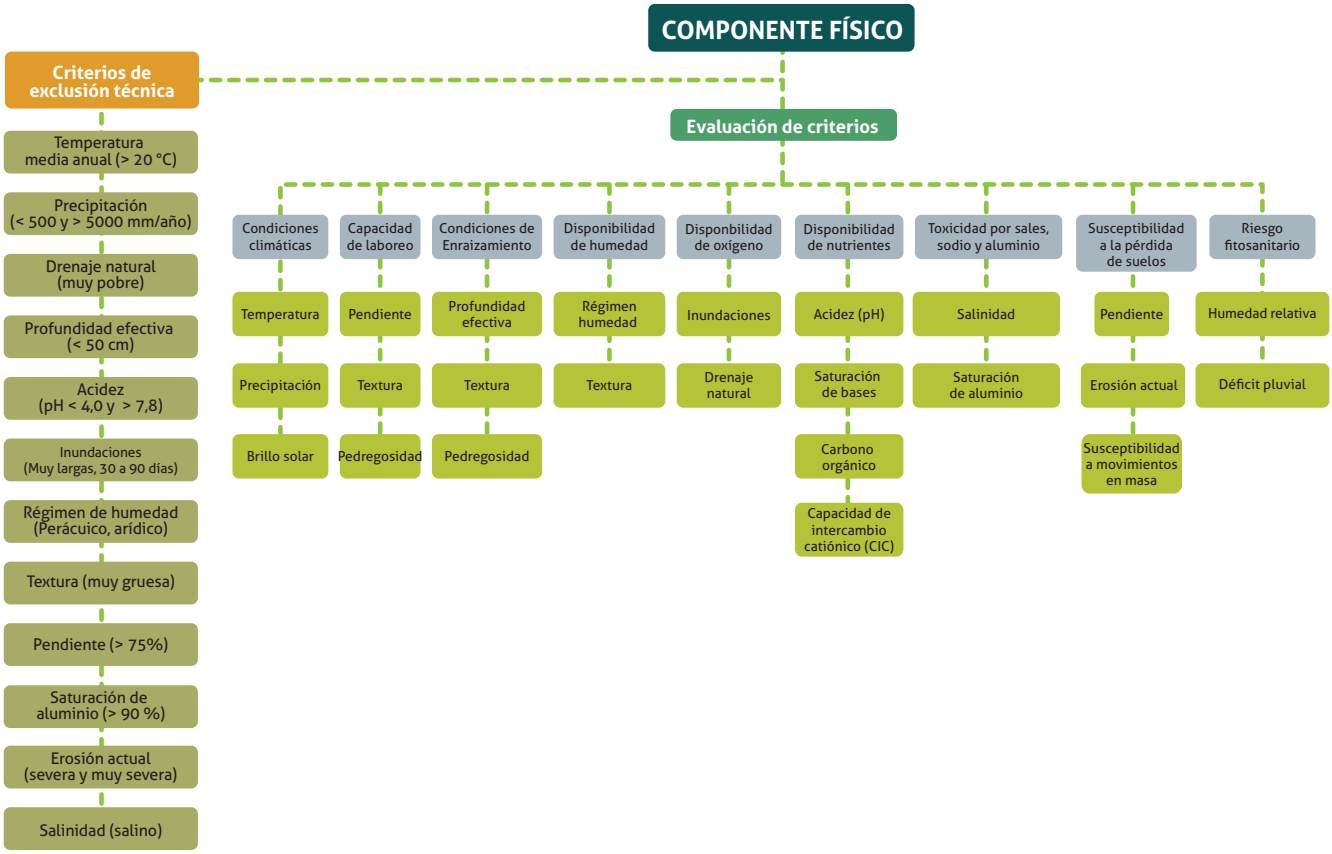


Figura 23. Modelo cartográfico del componente socioecosistémico

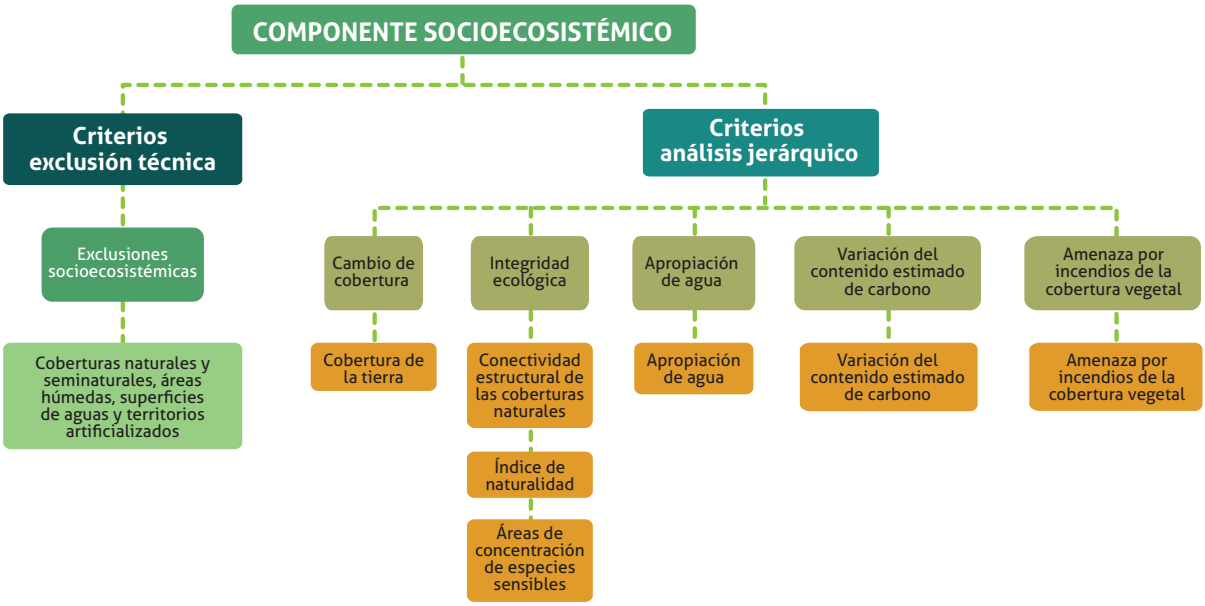


Figura 24.
Modelo cartográfico del componente socioeconómico

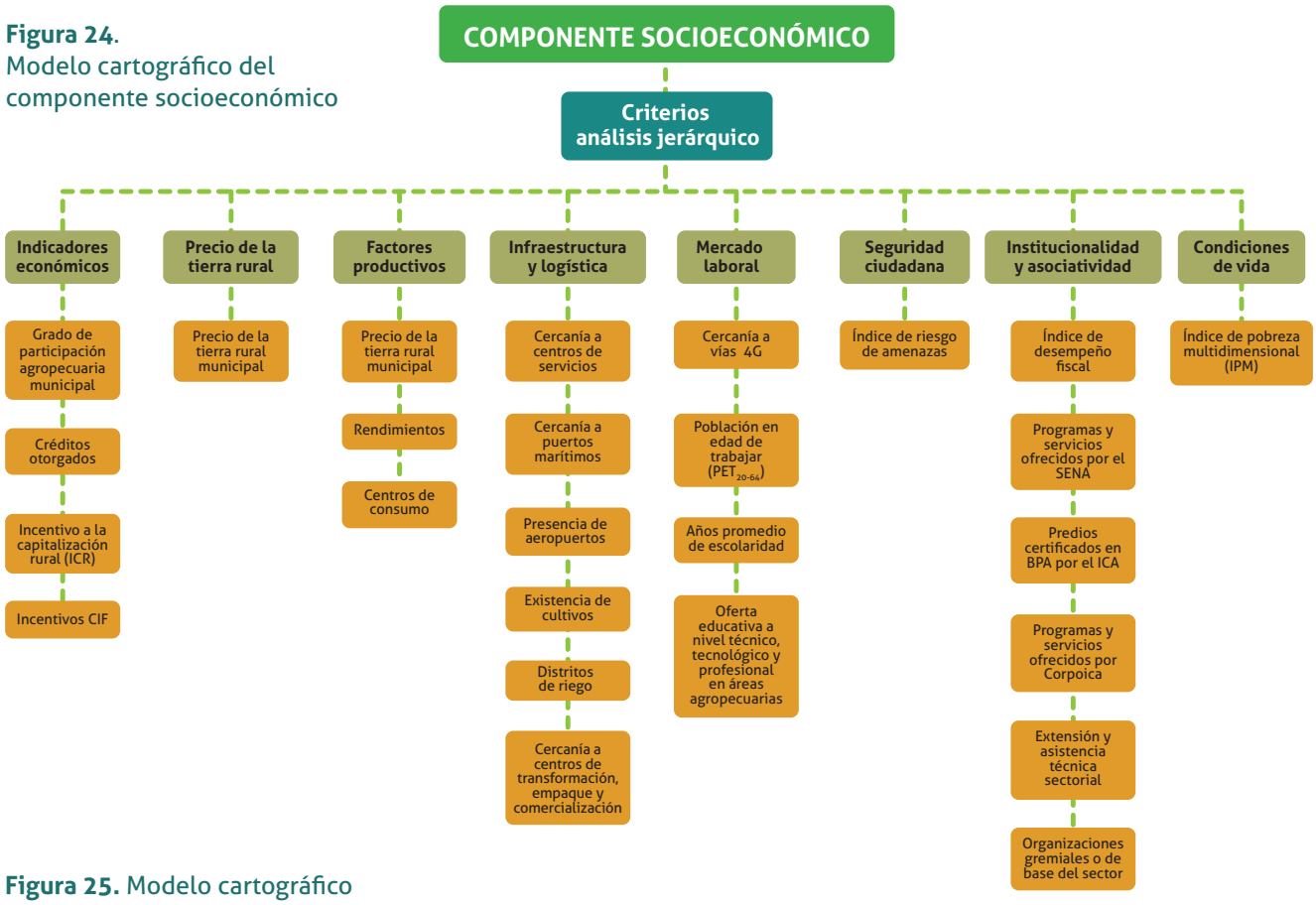


Figura 25. Modelo cartográfico de condicionantes legales

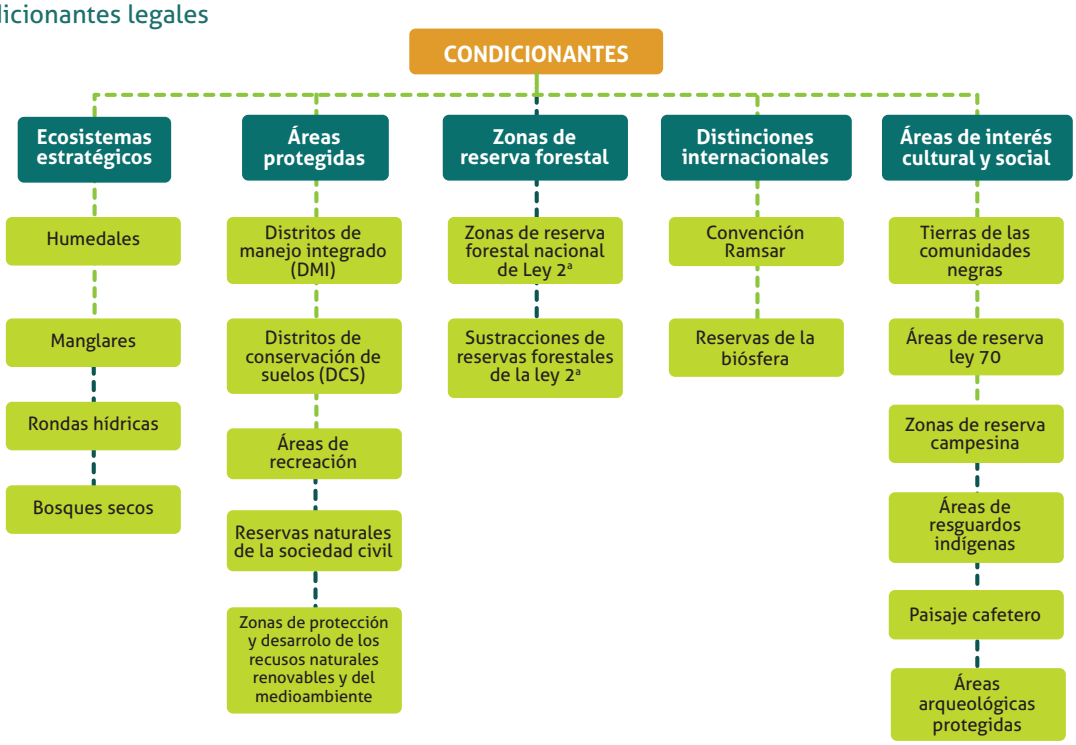
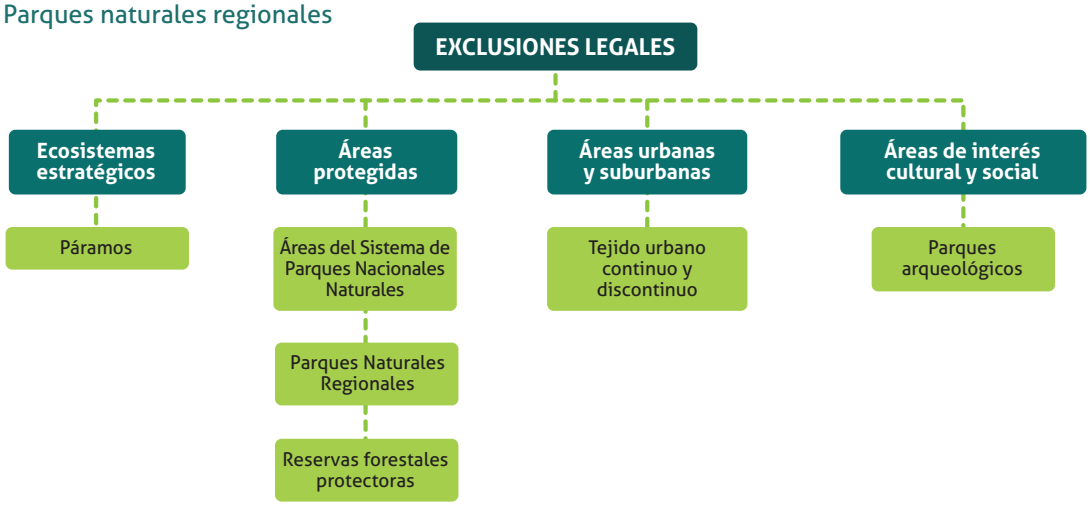


Figura 26. Parques naturales regionales



3.7. PROCESO DE VALIDACIÓN DEL MAPA

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

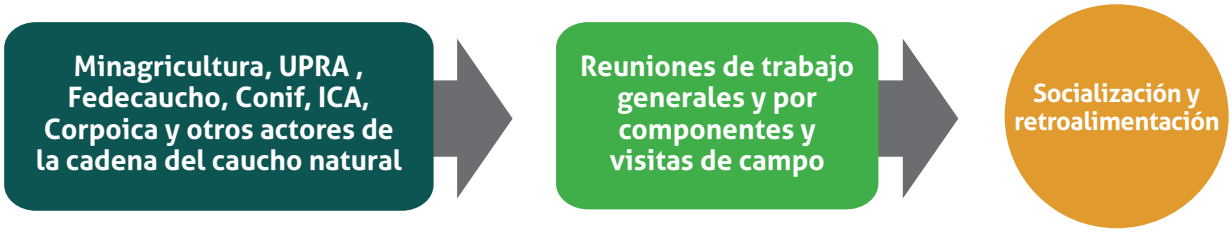
- Trabajo conjunto con representantes de Fedecaucho y otros actores de la cadena productiva del caucho natural, mediante talleres de discusión para realimentar el proceso.
- Recorridos de campo para validar los criterios, variables, rangos y unidades cartográficas definidas de manera preliminar para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

En la figura 27 se presenta la estrategia adelantada para la socialización y validación del proyecto de zonificación de aptitud del cultivo de caucho con fines comerciales en Colombia, a escala 1:100.000.

3.7.1. SOCIALIZACIÓN CON LOS ACTORES DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CAUCHO

Con el fin de presentar la metodología, discutir los criterios, variables y rangos de aptitud, así como evaluar los diferentes mapas generados durante el desarrollo del ejercicio, se adelantaron jornadas de socialización del proyecto de zonificación de aptitud con conocedores del sector cauchero, la cadena productiva de caucho, Fedecaucho, Cenicaucho, Conif, secretarías de agricultura, universidades, técnicos de Corpoica, ICA y profesionales de la UPRA. En los eventos de consulta y socialización, se logró identificar información relevante y realimentar el trabajo desarrollado.

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



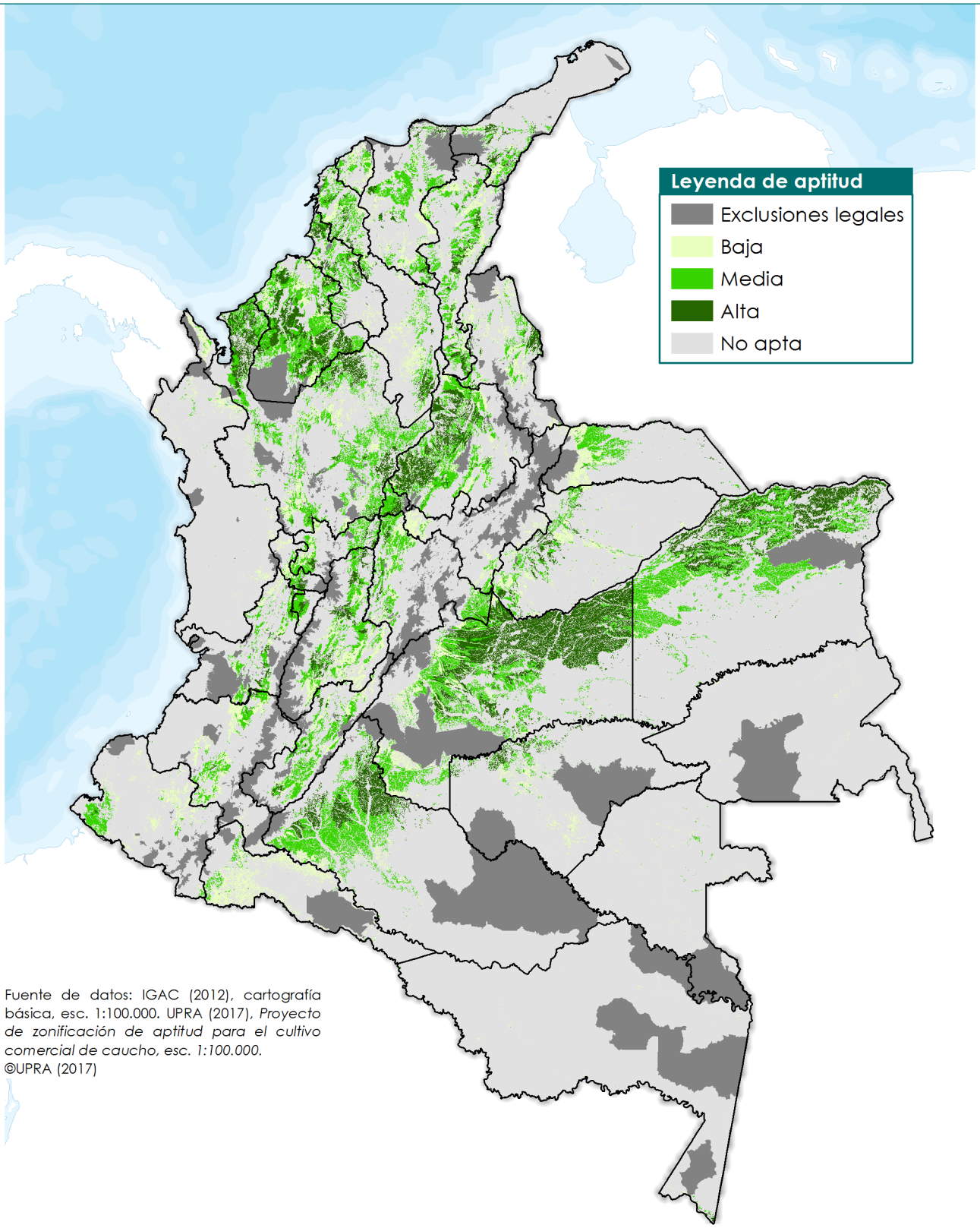
Fuente: UPRA (2014a).



4. RESULTADOS

El mapa de zonificación de aptitud para cultivo de caucho en Colombia, escala 1:100.000, muestra que existen 18.744.598 ha aptas para el establecimiento y desarrollo de esta actividad con fines comerciales (figura 28).

Figura 28. Mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho en colombia, escala 1:100.000



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. UPRA (2017), *Proyecto de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho, esc. 1:100.000.*
©UPRA (2017)

De este total, 5.347.355 ha (4,7 %) corresponden a aptitud alta (A1); 9.015.648 ha (7,9 %), a aptitud media (A2) y 4.381.595 ha (3,8 %), a aptitud baja (A3). Las exclusiones técnicas que se asocian a los componentes físicos y socioecosistémicos alcanzan 79.087.772 ha (69,3 %), mientras que las exclusiones legales tienen una superficie de 16.242.601 ha (14.2 %).

El cuadro 25 presenta los resultados de las categorías de aptitud de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho, escala 1:100.000, para Colombia.

Aptitud	Área (ha)	Ocupación (%)
Alta (A1)	5.347.355	4,7
Media (A2)	9.015.648	7,9
Baja (A3)	4.381.595	3,8
Total apto	**18.744.598**	**16,4**
No apto técnico (N1)	79.087.772	69,3
Restricciones legales	16.242.601	14,2
TOTAL ÁREA COLOMBIA	**114.074.970**	**100**

Cuadro 25. Resultados del mapa de zonificación de áreas aptas para cultivo comercial de caucho en Colombia, escala 1:100.000

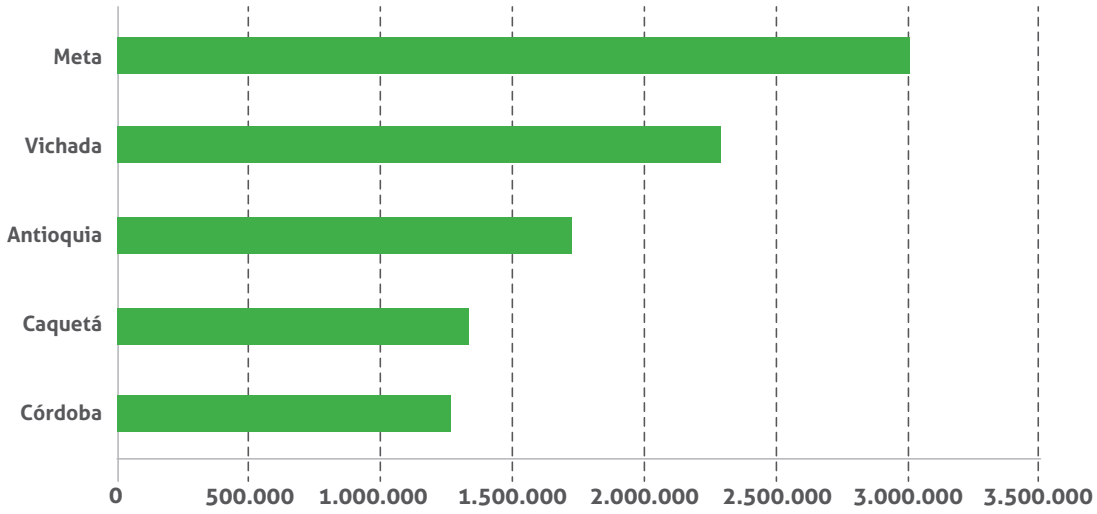
La zonificación de aptitud mostró que los principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de caucho natural son Meta (3.004.256 ha), Vichada (2.291.300 ha), Antioquia (1.726.137 ha), Caquetá (1.357.650 ha) y Córdoba (1.259.144 ha). Estos cinco departamentos representan el 51,4 % de las zonas aptas con 9.638.487 ha (cuadro 26 y figura 29).

Cuadro 26. Distribución de categorías de aptitud por departamento

DEPARTAMENTO	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
Meta	1.673.451	1.010.526	320.280	3.004.256
Vichada	878.336	1.355.476	57.488	2.291.300
Antioquia	432.176	1.002.792	291.169	1.726.137
Caquetá	448.154	795.807	113.689	1.357.650
Córdoba	456.401	631.033	171.709	1.259.144
Santander	473.345	482.094	172.905	1.128.345
Tolima	124.825	328.378	258.884	712.087

DEPARTAMENTO	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
Cesar	98.014	368.723	208.233	674.970
Bolívar	97.971	301.310	236.977	636.259
Magdalena	53.703	299.638	152.673	506.015
Cundinamarca	44.741	333.022	115.368	493.132
Casanare	101.768	178.127	206.178	486.074
Huila	40.478	283.790	119.312	443.579
Putumayo	109	57.875	361.333	419.317
Cauca	9496	158.852	221.458	389.806
Arauca	4187	199.636	169.031	372.853
Sucre	91.931	189.861	68.833	350.625
Norte de Santander	55.585	124.732	168.649	348.966
Nariño	4485	127.380	179.383	311.247
Valle del Cauca	40.967	167.737	83.330	292.035
Guaviare	85.238	74.257	127.161	286.657
Boyacá	29.431	100.953	147.276	277.659
Caldas	25.295	155.856	63.401	244.552
La Guajira	48.766	104.885	37.524	191.174
Chocó	1	18.799	156.596	175.396
Atlántico	394	58.047	59.162	117.603
Risaralda	12.348	42.529	40.931	95.808
Quindío	11.801	49.538	3762	65.101
Vaupés	-	9502	31.537	41.039
Amazonas	3956	4382	17.385	25.724
Guainía	-	110	19.979	20.089
San Andrés, Providencia y Santa Catalina	-	-	-	-
TOTAL NACIONAL	**5.347.355**	**9.015.648**	**4.381.595**	**18.744.598**

Figura 29. Principales departamentos con aptitud para el cultivo comercial de caucho, a escala 1:100.000



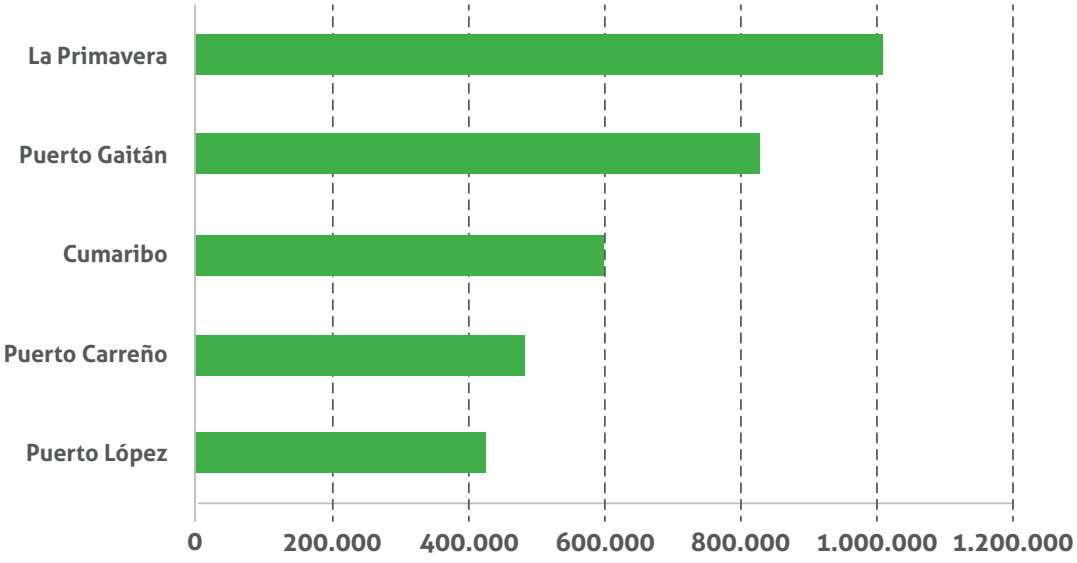
Por otra parte, los departamentos que mostraron la mayor superficie con aptitud alta (A1) son: Meta (1.673.451 ha), Vichada (878.336 ha), Santander (473.345 ha), Córdoba (450.401 ha) y Caquetá (448.154 ha). Los departamentos que mostraron mayor superficie con aptitud media (A2) son Vichada (1.355.476 ha), Meta (1.010.526 ha), Antioquia (1.002.792 ha), Caquetá (795.807 ha) y Córdoba (631.033 ha).

En el cuadro 27 y la figura 30, se destacan los municipios que mostraron mayor aptitud para el cultivo comercial de caucho natural: La Primavera en el departamento de Vichada (1.008.111 ha), Puerto Gaitán en el departamento del Meta (827.144 ha), Cumaribo en el departamento de Vichada (599.506 ha), Puerto Carreño en el departamento de Vichada (481.949 ha) y Puerto López en el departamento del Meta (427.975 ha).

Cuadro 27. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de caucho

MUNICIPIO	Aptitud alta (ha)	Aptitud media (ha)	Aptitud baja (ha)	Total apto (ha)
La Primavera	484.193	522.114	1804	1.008.111
Puerto Gaitán	760.513	66.031	571	827.114
Cumaribo	14.268	549.142	36.096	599.506
Puerto Carreño	379.725	101.743	482	481.949
Puerto López	415.975	12.001	-	427.975

Figura 30. Principales municipios con aptitud para el cultivo comercial de caucho, a escala 1:100.000



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La zonificación de aptitud del cultivo de caucho a escala 1:100.000 permite identificar las áreas geográficas que presentan condiciones apropiadas para el establecimiento y desarrollo de esta actividad productiva. 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. Igualmente, 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 específicos de la economía rural, ni busca sustituir los análisis de viabilidad técnica o análisis socioeconómicos particulares de cada proyecto. De acuerdo con lo anterior, esta zonificación no debe superponerse para obtener aproximaciones de aptitud a nivel de fincas o predios particulares.

Mediante el análisis multicriterio, se determinó que el componente físico tuvo un peso relativo de 55,6 %, seguido del componente socioeconómico, con 35,2 %, y el socioecosistémico con, 9,2 %. El conjunto de criterios del componente físico explica más de la mitad de la zonificación de aptitud, mientras que menos del 10 % del modelo está explicado por criterios del componente sociecosistémico.

Los criterios de mayor importancia dentro de la zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho natural a escala 1:100.000 en Colombia son: condiciones de enraizamiento (12,8 %), condiciones climáticas (12,7 %), mercado laboral (9,0 %), infraestructura y logística (8,5 %) disponibilidad de humedad (6,8 %), indicadores económicos (6,6 %) y riesgo fitosanitario (5,9 %).

Dentro del componente físico, en los resultados de la zonificación, se destaca que el criterio Condiciones de enraizamiento tiene el mayor peso relativo dentro de la determinación de zonas aptas, puesto que incide directamente en el establecimiento, desarrollo y productividad del cultivo comercial de caucho natural. Igualmente, las condiciones climáticas presentan una alta influencia sobre el desarrollo de este cultivo.

Dentro del componente socioecosistémico, el criterio de mayor importancia es Integridad ecológica, con un 2,5 % dentro del modelo. Le siguen los criterios Cambio de la cobertura y Apropiación de agua, con 2,4 % y 2,2 %, respectivamente.

Respecto a la información socioeconómica, la mayor restricción está dada por su nivel de agregación, cuyos análisis principalmente son a nivel municipal. El mercado laboral se presentó como el más importante para el cultivo comercial de caucho natural. Le siguen los criterios Infraestructura y logística, con 8,5 %, e Indicadores económicos, con 6,6 %.

Respecto a los resultados, en los mapas se identificaron 18.774.598 ha aptas, de las cuales 5.347.355 ha (4,7 %) corresponden a una aptitud alta (A1); 9.015.648 ha (7,9 %), a aptitud media (A2); y 4.381.595 ha (3,8 %), a aptitud baja (A3).

Dada la dinámica de las variables, así como la construcción de criterios, se evidencia la necesidad de actualizar periódicamente el mapa de aptitud para el cultivo comercial de caucho a escala 1:100.000, en particular por el acceso a nueva información y la posibilidad de generar el mapa de zonificación de aptitud a escala 1:25.000.

Con base en el resultado de área apta, se evidencia una amplia posibilidad de desarrollo de cultivos comerciales de caucho natural en Colombia. La diversidad de ambientes y las condiciones socioecosistémicas y socioeconómicas permiten el establecimiento y desarrollo de esta actividad productiva.



BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Hidrocarburos (2014). *Áreas en producción y exploración*.
- Agroforestal. (2017). *Caucho. El mercado mundial del caucho.* Recuperado de <http://www.agroforestal.com.co/caucho/>
- Aguilera, I., Monteagudo, S., Castaños, J., González, A. y Escudero, R. (2009). *El nivel 3 de la nomenclatura Corine y la pérdida de representatividad de algunas clases importantes en el CLC06 de la C. A. Aragón*. Trabajo presentado en Teledetección: agua y desarrollo sostenible. XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección, Calatayud. Recuperado de < http://www.aet.org.es/congresos/xiii/cal99.pdf>

- Ayala, F. (1987). ***Manual de taludes.*** Serie Geotecnia. Madrid: IGME.

- Bonadie, J., Reis, W., Virgens, A., Martínez, A., Jaimes, Y. y Rojas, J. (2012). ***Sistemas agroforestales con caucho: el caso de Brasil y Colombia***. Bucaramanga: Corpoica. Recuperado de <http://conectarural.org/sitio/material/sistemas-agroforestales-con-caucho-el-caso-de-brasil-y-colombia>

- Brown, S. y Lugo, A. (1992). «Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon». ***Interciencia*** 17(1), 8-18. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/305348793_Aboveground_biomass_estimates_for_tropical_moist_forest_of_the_Brazilian_amazon>

- Cabrera, E., Vargas, D., Galindo, G., García, M., Ordoñez, M., Vergara, L., Pacheco, A., Rubiano, J. y Giraldo, P. (2011). ***Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina***. Bogotá: Ideam.

- Cairns, M., Brown, S., Helmer, E. y Baumgardner, G. (1997). «Root biomass allocation in the world's upland forests». ***Oecologia*** 111(1), 1-11. doi: 10.1007/s004420050201

- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). «Managing Forests for Climate Change Mitigation». ***Science*** 320(5882), 1456-1457. doi: 10.1126/science.1155458

- Capoor, K. y Ambrosi, P. ***State and Trends of the Carbon Market 2008***. Washington, D. C.: World Bank Institute. Recuperado de < https://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/State&Trendsformatted06May10pm.pdf>

- Castellanos, O., Fonseca, S. y Barón, M. (2009). «Agenda prospectiva de investigación y desarrollo para la cadena productiva de caucho natural y su industria en Colombia». ***Ingeniería e Investigación***, 29(2), 146-147.

- Castiblanco, L. (2015). ***La Cadena Productiva del Caucho Natural en Colombia.*** Foro regional de competitividad. Medellín: Minagricultura. Recuperado de <http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2015/Foros%20regiones/CAUCHO%20NATURAL%20EN%20COLOMBIA.pdf>

- Cenicaucho y Corpoica. (2013). ***Modelo productivo para el cultivo del árbol de caucho natural en la Orinoquía. Zonas de escape y no escape al Mal suramericano de las hojas del caucho***. Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Guillermo_Leon_M/publication/270510200_Modelo_Productivo_para_el_cultivo_del_arbol_de_caucho_natural_en_la_Orinoquia_Zonas_de_escape_y_no_escape_al_Mal_Suramericano_de_las_Hojas_del_Caucho/links/54ac46390cf2479c2ee7a838/Modelo-Productivo-para-el-cultivo-del-arbol-de-caucho-natural-en-la-Orinoquia-Zonas-de-escape-y-no-escape-al-Mal-Suramericano-de-las-Hojas-del-Caucho.pdf>

- 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.

- Compagnon, P. (1998). ***El Caucho natural biología-cultivo-producción***. México: Consejo Mexicano del Hule y CIRAD-CMH. Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7644/1/07790750.2012.pdf>

- Confederación Cauchera Colombiana (CCC). (2014). Plantas de transformación de caucho. Bogotá: CCC.

  —. (2015a). ***Censo de Plantaciones de Caucho Natural (Hevea brasiliensis)***. Bogotá: CCC.

  —. (2015b). ***Organizaciones de base del sector cauchero a 2015***. Bogotá: CCC.

- Conif y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (1997). ***Zonas aptas para el cultivo de caucho en Colombia. Serie técnica Núm. 39***. Bogotá: Conif.

- Corpoica. (s. f.). *Corpoica Más*. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/movil/corpoica-mas>

  —. (s. f.). *Nuestros centros*. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/menu/nc/>

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

- Decreto 4765 de 2008. Por medio del cual se modifica la estructura del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 47.207, de 18 de diciembre de 2008 Recuperado de <http://www.ica.gov.co/El-ICA/Funciones.aspx>

- Decreto 663 de 1993. Por medio del cual se actualiza el Estatuto Orgánico del Sistema Financiero y se modifica su titulación y numeración. *Diario Oficial* 40.820, del 5 de abril de 1993. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1348>

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (s. f.). *Series de población 1985-2020*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>

  —. (2005). *Censo general de población 2005. Años promedios de escolaridad por municipio*.

  —. (2007). *Proyecciones de población municipal, por grupos quinquenales de edad 2005-2020*.

  —. (2007). *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>

  —. (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. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/resoluciones/Resolucion1468_2014.pdf>

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (s. f.). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>

  —. (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: prosperidad para todos*. Bogotá: DNP. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/PND-2010-2014/Paginas/Plan-Nacional-De-2010-2014.aspx>

  —. (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/evaluacion-y-seguimiento-de-la-descentralizacion/Paginas/desempeno-fiscal.aspx>

  —. (2015). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. «Todos por un nuevo país»*. Bogotá: DNP.

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

- Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal. (2015). *Eventos Minas Antipersonal en Colombia*. Recuperado de <http://www.accioncontraminas.gov.co/estadisticas/Paginas/Bases-de-Datos.aspx>

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

- Espinal, C., Martínez, H., Salazar, M. y Barrios, C. (2005). *La cadena del caucho en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Minagricultura: Bogotá. Recuperado de <http://conecta-rural.org/sitio/sites/default/files/documentos/La%20

cadena%20del%20caucho%20en%20colombia%20una%20mirada%20global%20de%20su%20estructura%20y%20dinamica%201991-2005.pdf>

- Fassbender, H. y Bornemisza, E. (1987). ***Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*** (2ª. 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>

- Finagro. (2014). ***ISA - Incentivo al seguro agropecuario***. Recuperado de <https://www.finagro.com.co/productos-y-servicios/ISA>.

- 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***. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 16), 135-148. Recuperado de <http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/IBAs/AmCntryPDFs/Colombia_es.pdf>

- García-Márquez, J., Moreno, M. y Sacharow, O. (2012). ***Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia*** (Informe final del Convenio 044 del 2012 entre Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA). Bogotá: s. e. Recuperado de <https://avesmigratoriascolombia.files.wordpress.com/2013/02/garcc3ada-marquez-et-al_modelamiento-de-c3a1reas-criticas-para-especies-migratorias.pdf>

- González, M., Saldarriaga, G. y Jaramillo, Ó. (2010). Capítulo 5. Estimación de la demanda de agua: conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectoria. ***Estudio Nacional del Agua*** (pp. 170-228). Bogotá: Ideam. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP5.pdf>

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

- Iglesias, J. (1999). «Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones». ***Pastos y Forrajes***, 22(4). Recuperado de <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=961&path%5B%5D=463>

- Instituto Alexander von Humboldt (IAVH). (2014). ***El bosque seco tropical en Colombia***. doi: 20.500.11761/9333.

  —. (2015). ***Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA)***. Bogotá: IAVH.

  —. (2016). ***Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000***.

- Instituto Alexander von Humboldt (IAVH) y Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (2010). ***Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000***. Bogotá: IAVH y ANH.

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (s. f.). ***Directorio seccionales***. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/movil/el-ica/Directorio/Directorio-seccionales.aspx>

  —. (2012). ***Manejo Integrado de plagas enfermedades en el cultivo del caucho*** (Hevea brasiliensis) ***medidas para la temporada invernal***. Bogotá: Produmedios. Recuperado de <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20el%20cultivo%20de%20caucho.pdf>

- Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). (2015a). ***Parques arqueológicos nacionales***.

  —. (2015b). ***Áreas arqueológicas protegidas***.

- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder). (2007). *Distritos de riego a 2007. Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial*.

  —. (2014). *Territorios colectivos en proceso de titulación de comunidades negras. Ley 70 de 1993*.

  —. (2015a). *Comunidades negras*.

  —. (2015b). *Resguardos indígenas*.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2001). *Mapa de degradación de tierras por erosión*. Documento inédito.

  —. (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.

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

  —. (2010b). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

  —. (2010c). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: Ideam.

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

  —. (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000 versión 1.0.*

  —. (2014a). *Valores medios multianuales de precipitación total en mm: periodo 1981-2010* [tabla].

  —. (2014b). *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

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

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

  —. (2014e). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam

  —. (2014f). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000*.

  —. (2014g). *Mapa de cambio de bosque Colombia (área continental), escala fina LANDSAT, periodo 2010-2012*.

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

- Ideam, *et al*. (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000*.

- Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).

- Ideam y SGC (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000*.

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (s. f). *Mapa de división político administrativa de Colombia*.

  —. (1979). *Propiedades químicas de los suelos* (2.ª ed.). Bogotá: IGAC.

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

  —. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. Bogotá: IGAC.

  —. (1998). *Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000*.

  —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.

  —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000.

  —. (2012b). *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano*.

  —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.

  —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.

  —. (2014b). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m*.

  —. (2014c). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales*. Bogotá: IGAC.

  —. (2014d). *Base predial registros 1 y 2, vigencia 2014.* Estadística catastral nacional rural.

  —. (2014e). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000*.

- IGAC *et al.* (2012). *Conflictos de uso del territorio colombiano. Mapa nacional de vocación de uso de la tierra, escala 1:100.000*.

- IGAC y SGC (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000*.

- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (s. f.). *Forensis. Datos para la vida 2013*. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/forensis>

  —. (s. f.). *Forensis. Datos para la vida*. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/forensis>

  —. (2015). *Forensis. Datos para la vida 2014*, 16(1). Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/49520/Forensis+2014+Datos+para+la+vida.pdf>

- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol. 4 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*. (S. Eggleston, L. BuendÍa, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, Edits., e International Translation Agency Ltd (ITA Ltd), Trad.) Hayama, Japón: Instituto para las Estrategias Ambientales Globales (IGES). Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>

- ISRIC - World Soil Information. (2013). *SoilGrids: an automated system for global soil mapping*.

- Lambin, E. y Gesit, H. (Eds.). (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Berlin: Springer.

- Ley 143 de 1994. Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. *Diario Oficial* 41.434, de 12 de julio de 1994. Colombia.

- Ley 1133 de 2007. Por medio de la cual se crea e implementa el programa «Agro, Ingreso Seguro – AIS». *Diario Oficial* 46.595, de 10 de abril de 2007. Colombia.

- Ley 1753 de 2015. Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 «Todos por un nuevo país». *Diario Oficial* 49.538, del 6 de septiembre de 2015. Colombia.

- Ley 811 de 2003. Por medio de la cual se modifica la Ley 101 de 1993, se crean las organizaciones de cadenas en el sector agropecuario, pesquero, forestal, acuícola, las Sociedades Agrarias de Transformación, SAT, y se dictan otras disposiciones. *Diario Oficial* 45.236, de 2 de julio de 2003. Colombia.

- Ley 387 de 1997. Por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y esta estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia. *Diario Oficial* 43.091, de 24 de julio de 1997. Colombia. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=340>

- Malagón, D. y Montenegro H. (1990). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. Bogotá: IGAC.

- Márquez, G. (2003). *Ecosistemas estratégicos de Colombia*. Recuperado de <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

- Martín-López, B., Gómez, E. y Montes, C. (2009). «Un marco conceptual para la gestión de las interacciones naturaleza-sociedad en un mundo cambiante». *Cuaderno interdisciplinar de desarrollo sostenible*, (3), 229-258.

- Martínez, A. (2007). *Consideraciones técnicas para el establecimiento y manejo del cultivo del caucho* (Hevea brasiliensis) *en la Orinoquía colombiana*. Villavicencio: Corpoica.

- Martínez, A., Zuluaga, J., Santos, C. (2006). *Preguntas frecuentes sobre el caucho*. S. l.: Corpoica.

- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96. Recuperado de <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/120129>

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Minagricultura). (s. f.). *Agronet*. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

  —. (2005). *La cadena del caucho en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005*. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200511215190_caracterizacion_caucho.pdf>

  —. (2008). *Comportamiento del caucho natural en Colombia y el mundo (2002-2008)*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/5378/1/20084915429_Bullets_Caucho_2008.pdf>

  —. (2012). *Cartilla de Política Agropecuaria 2010-2014*. Recuperado de <http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/cartilla-de-politica-agropecuaria-2010-2014.pdf>

  —. (2015a). Créditos otorgados al sector cauchero.

  —. (2015b). Incentivos CIF otorgados al sector cauchero.

  —. (2015c). Incentivos ICR otorgados al sector cauchero.

  —. (2015d). Evaluaciones agropecuarias municipales: área establecida en caucho hasta 2014.

  —. (2015e). *Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro)*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

  —. (2017). *Cadena de caucho natural. Indicadores e Instrumentos*. Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Caucho/Documentos/002 - Cifras Sectoriales/002 - Cifras Sectoriales - 2017 Junio Caucho.ppt>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2006). *Apuesta exportadora agropecuaria 2006-2020*. Bogotá: MADS.

—. (s. f.). *Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC)*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantilla-cambio-climatico-25>

—. (s. f.). *REDD+: estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Documentos-Redd/110213_cartilla_redd_construccion_colectiva.pdf>

—. (2012a). *Acciones nacionalmente apropiadas de mitigación (NAMAs) en Colombia*. Bogotá: s. e.

—. (2012b). *Mapa de reservas forestales nacionales de Ley 2.ª, escala 1:100.000*.

—. (2012c). *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de Ley 2.ª, escala 1:100.000*.

—. (2013). *Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono*. Bogotá: MADS.

—. (2014a). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta*.

—. (2014b). Sitios RAMSAR.

- Ministerio de Cultura (Mincultura). (2014). *Paisaje cultural cafetero*.

- Ministerio de Educación (Mineducación). (2015). *Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014*; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) a junio de 2015.

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Laboratorio Técnológico del Uruguay y el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2013). *Primer estudio de la huella de carbono de tres cadenas agroexportadoras del Uruguay: carne vacuna, lácteos, arroz. Informe Final*. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3485/1/Primer-estudio-huella-de-carbono-Uruguay-2013.pdf>

- Ministerio de Transporte (Mintransporte). (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental*.

—. (2014b). Mapa de tramos fluviales navegables.

—. (2014c). Mapa de vías *4G*.

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

- Organización Metereológica Mundial (OMM) y Unesco. (2012). *Glosario hidrológico internacional*. Ginebra: WMO. Recuperado de <http://www.para-agua.net/component/k2/item/607-glosario-hidrologico-internacional>

- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco). (1994). *Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar)*. París: Unesco. Recuperado de <http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/current_convention_text_s.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (1976). «A Framework for Land Evaluation». *Soils Bulletin 32*. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/x5310e/x5310e00.HTM>

—. (1985). *Directivas: evaluación de tierras para la agricultura de regadío. 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.

- Ortiz-Lozano, L., Granados-Barba, A. y Espejel, L. (2009). «Ecosystemic Zonification as a Management Tool for Marine Protected Areas in the Coastal Zone: Applications for the Sistema Arrecifal Veracruzano National Park, México». *Ocean & Coastal Management*, 52(6), 317-323. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/223320179_Ecosystemic_zonification_as_a_management_tool_for_marine_protected_areas_in_the_coastal_zone_Applications_for_the_Sistema_Arrecifal_Veracruzano_National_Park_Mexico?_sg=sMiNwAAJPOjX43xCORAEdbQhJsdv7GSy56lFaoFT59u0Kse9xbUh-0RslLhixQr6FTrZ7sbKEovZnjM>

- Páramo, G. (2007). *Mapa nacional de susceptibilidad por incendios de las coberturas vegetales, escala 1:500.000*. Bogotá: MAVDT.

- Parques Nacionales Naturales (PNN). (2016a). *Categorías regionales del Runap V.1*.

  —. (2016b). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Versión 2 de 2016*.

  —. (2016c). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 1*.

- Phillips, J., Duque, A., Cabrera, K., Yepes, A., Navarrete, D., García, M., Álvarez, E. ... Vargas D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Bogotá: Ideam. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022167/EstimacionCarbono2005.pdf>

- 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 Press.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2015). *Informe sobre Desarrollo Humano 2015*. Recuperado de <http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report_overview_-_es.pdf>

- Resolución 70 de 2011. Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral. *Diario Oficial* 47.968, del 17 de febrero de 2011. Colombia. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41638>

- Resolución 2079 de 2011. Por la cual se reconoce al Paisaje Cultural Cafetero de Colombia como Patrimonio Cultural de la Nación. *Diario Oficial* 48.226, del 18 de octubre de 2011. Colombia.

- Resolución 130 de 2014. Por la cual se establece la cobertura, los cultivos, los programas del Seguro Agropecuario y los lineamientos para los estudios previstos en la Resolución No. 1 de 2013 de la Comisión Nacional de Crédito Agropecuario sobre Seguro Agropecuario para la vigencia 2014. Recuperado de <https://www.finagro.com.co/sites/default/files/node/basic-page/files/madr._resolucion_no._130_del_14_feb_de_2014.pdf>

- Resolución 1628 de 2015. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones. *Diario Oficial* 49.574, del 13 de julio de 2015. Colombia.

- Resolución 1814 de 2015. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones. *Diario Oficial* 49.675, del 12 de agosto de 2015. Colombia.

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

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

- Schroth, G, da Fonseca, G., Harvey, C., Gascon, C., Vasconcelos, H., Izac, A. (Eds.). (2004). *Agroforestry and Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes*. Washington, D. C.: Island Press. Recuperado de <http://library.uniteddiversity.coop/Permaculture/Agroforestry/Agroforestry_and_Biodiversity_Conservation_in_Tropical_Landscapes.pdf>

- SELVA. (2012). *Agroecosistemas beneficiosos para las especies migratorias de Colombia*. (Informe final del Convenio 044 del 2012 entre SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA). Bogotá: s. e. Recuperado de <https://avesmigratoriascolombia.files.wordpress.com/2013/02/selva-2012_agroecosistemas-beneficiosos-para-especies-migratorias.pdf>

- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (s. f.). *Objetivos y funciones*. Recuperado de <https://lineabase.sena.edu.co/acerca-del-sena/quienes-somos/Paginas/Objetivos-y-Funciones.aspx>
  —. (s. f.). Regionales. Recuperado de <http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/Paginas/default.aspx>

- SINA e IGAC. (2010). *Mapa de coberturas de la tierra, escala 1:100.000*.

- Singer, M. y Munns, D. (1996). *Soils. An Introduction*. (3.a ed.). EUA: Prentice-Hall Inc.

- Siraj, S., Mikhailov, L. y Keane, J. (2013). «PriEsT: an interactive decision support tool to estimate priorities from pairwise comparison judgments». *International Transactions in Operational Research*, 22(2), 217-235. doi: 10.1111/itor.12054

- Sistema de información de Gestión y Desempeño de Organizaciones de Cadenas (Sioc). (2014). Recuperado de <https://sioc.minagricultura.gov.co/Pages/SIOC.aspx>

- SMSS. (1985). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. Van Wambeke y Forbes (Eds.). Washington, Estados Unidos: SMSS. Recuperado de <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAY544.pdf>

- Sterling, A. y Melgarejo, L. «Variación temporal a Microcyclus ulei en los clones de caucho FX 3864 y FX 4098 en condiciones controladas». *Revista Colombiana de Biotecnología*, 16(2). Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/rt/printerFriendly/47249/52107>

- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Reino Unido: Cambridge University Press.

- Superintendencia Financiera de Colombia. (2014). *Número de oficinas y empleados por departamento y municipio – Bancos*. Recuperado de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=10084297>

- Torres, C. (1999). *Manual para el cultivo del caucho en la Amazonia*. Florencia (Caquetá): Universidad de la Amazonia. Recuperado de <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Manual%20para%20el%20cultivo%20del%20caucho%20en%20la%20amazonia.pdf>

- Unidad de Planeación Minero Energética (UPME). (2012). Metodología para la estimación del índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica – ICEE. Recuperado de <http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_MetodologiaCalculoCoberturaEE_2012.pdf>

  —. (2015). *Cobertura de Energía Eléctrica a 2013*. Recuperado de <http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturadelSistemaIntercontecadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>

- Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (UARIV). (2014a). Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización.

  —. (2014b). *Índice de riesgo de victimización*.

—. (2014c). *Red Nacional de Información: desplazamiento forzado*.

—. (2014d). *Red Nacional de Información: interpretación y análisis de las cifras del registro único de víctimas*.

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

  —. (2014b). Drenaje doble construido a partir de IGAC (2012), cartografía básica escala 1:100.000, escala 1:100.000.

- Universidad de Los Andes (Uniandes). (2017). *Enfermedades del caucho en Colombia*. Bogotá: Uniandes. Recuperado de <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/10/03/enfermedades-del-caucho-en-colombia/>

- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA. Recuperado de <https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>

  —. (2014). *Keys to Soil Taxonomy*. EUA: USDA. Soil Survey Staff.

- Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. (2.a ed.). Bogotá: IGAC.

- Zúñiga, H. (2010). *La pendiente compleja, atributo del territorio, útil en el ordenamiento espacial del municipio*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.





ANEXO
FICHAS METODOLÓGICAS DE CRITERIOS Y VARIABLES

TABLA DE CONTENIDO

1. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE FÍSICO 134

1.1 CRITERIO CONDICIONES CLIMÁTICAS 134
1.1.1 Variable temperatura media 137
1.1.2 Variable precipitación total 140
1.1.3 Variable brillo solar 143

1.2 CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO 145
1.2.1 Variable profundidad efectiva 148
1.2.2 Variable textura 151
1.2.3 Variable pedregosidad 154

1.3. CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO 157
1.3.1 Variable pendiente 160
1.3.2 Variable textura 163
1.3.3. Variable pedregosidad 166

1.4. CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD 169
1.4.1 Variable régimen de humedad 172
1.4.2 Variable textura 175

1.5.CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO 178
1.5.1 Variable drenaje natural 181
1.5.1 Variable susceptibilidad a inundaciones 184

1.6. CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS 187
1.6.1. Variable pendiente 191
1.6.2. Variable erosión actual 194
1.6.3 Variable susceptibilidad a deslizamientos 197

1.7. CRITERIO TOXICIDAD POR SALES Y ALUMINIO 200
1.7.1 Variable salinidad 203
1.7.2. Variable saturación de aluminio 206

1.8 CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES 209
1.8.1. Variable acidez (pH) 213
1.8.2. Variable saturación de bases 217
1.8.3 Variable capacidad de intercambio catiónico 220
1.8.4. Variable carbono orgánico 223



1.9. CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO 226
1.9.1 Variable humedad relativa asociada con *Mycrociclus ulei* 229
1.9.2 Variable déficit pluvial asociado con *Mycrociclus ulei* 232

2. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECOSISTÉMICO 236

2.1 CRITERIO CAMBIO DE COBERTURA 236

2.2 CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA 261
2.2.1 Variable conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN) 271
2.2.2. Variable índice de naturalidad (Inat) 274
2.2.3 Variable áreas de concentración de especies sensibles (ACES) 277

2.3 CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA 287

2.4 CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO 293

2.5 CRITERIO AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL 305

2.6 CRITERIO DE EXCLUSIÓN TÉCNICA DEFORESTACIÓN A PARTIR DE 2010 308

3. FICHAS METODOLÓGICAS DEL COMPONENTE SOCIOECONÓMICO 310

3.1. CRITERIO INDICADORES ECONÓMICOS 310
3.1.1 Variable grado de importancia económica municipal 314
3.1.2 Variable créditos otorgados 317
3.1.3 Variable incentivos CIF 320
3.1.4. Variable incentivo a la capitalización rural (ICR) 324

3.2. CRITERIO PRECIO DE LA TIERRA RURAL 327
3.2.1. Variable precio de la tierra rural municipal 330

3.3. CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL 333

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria



3.3.1 Variable tamaño tipo de los predios rurales 335

3.4 CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA 338
3.4.1. Variable accesibilidad a centros de servicios 342
3.4.2. Variable cercanía a puertos marítimos 345
3.4.3. Variable cercanía a puertos fluviales 348
3.4.4 Variable cercanía a plantas de transformación 351
3.4.5 Variable existencia de plantaciones 354
3.4.6 Variable interconexión eléctrica 357
3.4.7 Variable presencia de entidades bancarias 360
3.4.8 Variable distritos de adecuación de tierras 363

3.5. CRITERIO MERCADO LABORAL 366
3.5.1 Variable población en edad de trabajar (PET_{20-64}) 369
3.5.2. Variable años promedio escolaridad 372
3.5.3. Variable oferta educativa en niveles técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales 375
3.5.4. Variable cercanía a centros petroleros 378

3.6 CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA 381
3.6.1. Variable de homicidios 385
3.6.2. Variable riesgo de amenazas 388
3.6.3. Variable accidentes e incidentes por minas antipersonal 391
3.6.4. Variable desplazamiento forzado 394

3.7. CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD 397
3.7.1. Variable desempeño fiscal 401
3.7.2. Variable cercanía al SENA 404
3.7.3. Variable presencia del ICA 407
3.7.4. Variable presencia de Corpoica 410
3.7.5 Variable extensión y asistencia técnica sectorial 413
3.7.6 Variable organizaciones gremiales o de base del sector 416

3.8. CRITERIO CONDICIONES DE VIDA 419
3.8.1 Variable índice de pobreza multidimensional (IPM) 422

4. FICHAS METODOLÓGICAS DE EXCLUSIONES LEGALES 426

4.1 CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES 426
4.1.1. Variable ecosistemas estratégicos (páramos) 429
4.1.2. Variable áreas protegidas 431
4.1.3 Variable áreas urbanas y suburbanas 433
4.1.4 Variable áreas de protección cultural y social (parques arqueológicos) 435

5. FICHAS METODOLÓGICAS DE CONDICIONANTES LEGALES 438

5.1 CRITERIO DE CONDICIONANTES LEGALES 438
5.1.1. Variable ecosistemas estratégicos 441
5.1.2 Variable áreas protegidas 444
5.1.3 Variable zonas de reserva forestal nacional 447
5.1.3 Variable distinciones internacionales 449
5.1.5. Variable áreas de protección cultural y social 452

6. CRITERIO DE EXCLUSIONES TÉCNICAS 456



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 caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
CRITERIO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Temperatura media, expresada en °C/año.
Precipitación total, expresada en mm/año.
Brillo solar, expresado en horas de sol anual (horas sol/año).

Definición

Conjunto de las condiciones meteorológicas correspondientes a un espacio geográfico específico, caracterizado por las estadísticas basadas en un periodo cronológico extenso de las variables o 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 caucho: la temperatura, la precipitación y el brillo solar.

Importancia del criterio

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 caucho y su evaluación constituye el motor del desarrollo socioeconómico del cultivo en Colombia.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

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 caucho, son: temperaturas medias anuales inferiores a 20 °C/año y precipitaciones totales anuales inferiores a 500 mm/año y superiores a 5000 mm/año.

Limitantes de la evaluación del criterio

Limitado cubrimiento de la red de estaciones meteorológicas que registra información de los diferentes elementos del clima (temperatura, precipitación y brillo solar), genera inconvenientes para conocer la distribución espacial más detallada en algunas zonas del país.

Valor de ponderación del criterio: 12,7 %

Metodología de evaluación

Las condiciones climáticas se determinan a partir de información base de las unidades térmicas, pluviométricas y de brillo solar, las cuales se toman 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, periodo 1981-2010. A partir de estos mapas, se realiza un ejercicio de integración de estos elementos del clima.

Se definen los criterios y variables a ser considerados en cada uno de los componentes dentro de la zonificación, de los cuales se establecen las características y cualidades del territorio que le confieren cierto grado de aptitud para soportar adecuadamente el cultivo de caucho.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

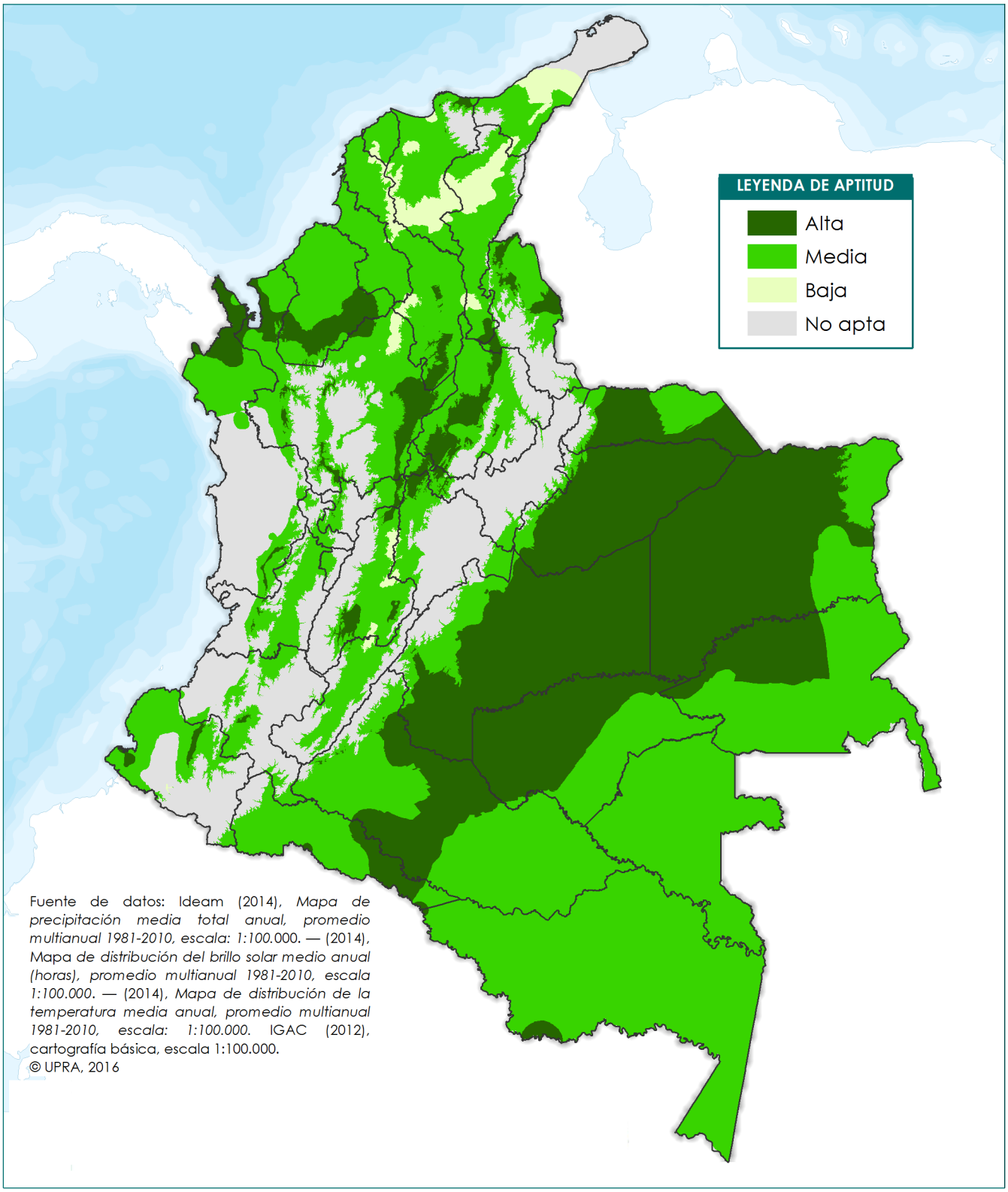
Precipitación total (mm/año)	Temperatura media (°C/año)	Brillo solar (horas sol/año)	Aptitud
≥ 2000 - ≤ 3000	> 24 - ≤ 28	≥ 1700	A1
		≥ 900 - < 1700	A1
		< 900	A1
	> 20 - ≤ 24	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A2
	> 28	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A2
≥ 1500 - < 2500 y > 3000 - < 4000	> 24 - ≤ 28	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A2
	> 20 - ≤ 24	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A2
	> 28	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A2
≥ 500 - <1500 y ≥ 4000 - ≤ 5000	> 24 - ≤ 28	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A2
	> 20 - ≤ 24	≥ 1700	A2
		≥ 900 - < 1700	A2
		< 900	A3
	> 28	≥ 1700	A3
		≥ 900 - < 1700	A3
		< 900	A3

Fuentes de información

- Ideam. (2014a). Valores medios multianuales de precipitación total en mm: periodo 1981-2010 [tabla].
- —. (2014b). *Mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- —. (2014c). *Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones climáticas



Fuente de datos: Ideam (2014), *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.*000. — (2014), *Mapa de distribución del brillo solar medio anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000*. — (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.

© UPRA, 2016

1.1.1 VARIABLE TEMPERATURA MEDIA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
CRITERIO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
Variable: temperatura media	**Unidad de medida:** °C/año	
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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.

La temperatura del aire, que depende de la latitud y de la altitud, se toma generalmente como índice de balance calórico de las plantas.

Importancia de la variable para el cultivo

La temperatura del aire influye significativamente en todos los procesos fisiológicos del cultivo de caucho. 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. Así mismo, los efectos acumulativos de la temperatura tienen una incidencia directa en el crecimiento de las plantaciones de caucho, en particular en sus fases iniciales de desarrollo. Por otro lado, vale la pena anotar que las temperaturas extremas, demasiado altas o bajas, pueden ocasionar daños substanciales en las plantaciones.

Para la zonificación, conocer la distribución espacial de la temperatura del aire es importante, puesto que permite establecer las zonas térmicas con aptitud alta, aptitud media, aptitud baja y las zonas con temperaturas no aptas para el cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Variable	Aptitud		
	A1	A2	A3
Temperatura media (°C/anual)	> 24 - < 28	> 20 - < 24	> 28

Limitantes de la evaluación de la variable

Los análisis realizados de los aspectos climáticos se han elaborado por medio de información secundaria generada por el Ideam, con un periodo de 30 años de datos. Las limitaciones de esta información están relacionadas con no disponer de una red de estaciones meteorológicas de mayor densidad y uniformemente distribuida que posibilite el registro de información de todos los pisos térmicos del territorio nacional, lo cual genera inconvenientes para conocer con mayor precisión las variaciones de la temperatura del aire con la altitud, en particular en la región andina, donde para una misma altitud se registran valores diferentes de temperatura, como consecuencia, entre otros factores, de la variada orografía y de la exposición del lugar respecto a la dirección predominante del viento (barlovento o sotavento), diferencias difíciles de apreciar con la escala del mapa de isotermas utilizado.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información: la información utilizada de base para las unidades térmicas se toma del mapa de distribución de la temperatura media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000, elaborado por el Ideam (2014b), el cual incluye la información de las series históricas de temperatura correspondientes a cerca de 470 estaciones meteorológicas con periodo de registro de 30 años.

Tratamiento de la información: con base en ecuaciones de regresión que relacionan el comportamiento de la temperatura con la altitud obtenidas por el Ideam, se elaboran los cuadros abajo presentados, las cuales permiten conocer, para las vertientes orientales y occidentales de las tres cordilleras: a) Qué altitudes le corresponden a una misma temperatura y b) Qué temperaturas le corresponden a una misma altitud. Igualmente se realiza un ejercicio de delimitación a nivel espacial de zonas térmicas, que reflejan los rangos de temperatura media anual establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

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)

	Cordillera Oriental		Cordillera Central		Cordillera Occidental		
	V. Oriental	V. Occidental	V. Oriental	V. Occidental	V. Oriental	V. Occidental	Altitud media m.s.n.m.
Temp. media (°C)	**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

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 Occ.
	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

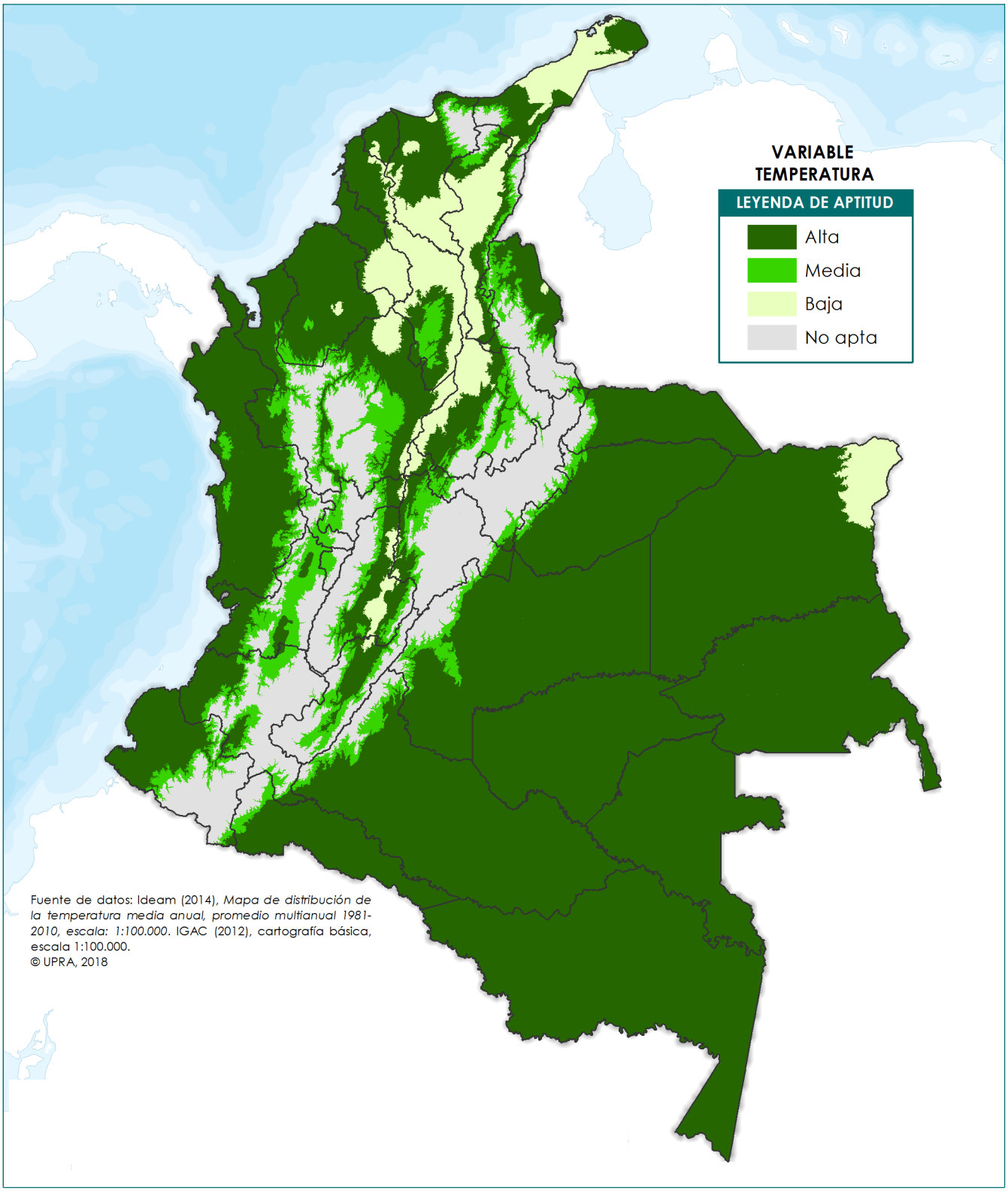
Unidad de análisis	Distribución de la temperatura media anual multianual.

Fuentes de información

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

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones climáticas



Fuente de datos: 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.

© UPRA, 2018

1.1.2 VARIABLE PRECIPITACIÓN TOTAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
Variable: precipitación total	**Unidad de medida:** mm/año	
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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 precipita en una determinada zona y contribuye a la necesidad hídrica del cultivo de caucho. La unidad de precipitación es el milímetro (mm). Un milímetro de precipitación equivale a un 1 L/m^2, equivalente a 10 m^3 de agua/ha.

Importancia de la variable para el cultivo

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, con cosechas 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 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 a las plantas, lo que permite las dinámicas química y biológica que facilitan la absorción de nutrientes y el desarrollo vegetal.

La precipitación se considera también como elemento vital para la actividad cauchera, pues ejerce un papel fertilizante –aporta teóricamente 2 mg de nitrógeno amoniacal y contiene nitrógeno nítrico.

El cultivo de caucho demanda precipitaciones de mínimo 2500 a 3000 mm al año. No cumplir con esta condición limita su desarrollo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Variable	Aptitud			
	A1	**A2**	**A3**	**N1**
Precipitación total	> 2500 - < 3000	> 1500 - < 2000 y > 3000 - < 4000	> 500 - < 1500 y > 4000 - < 5000	< 500 y > 5000

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 la distribución espacial más detallada 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).

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información: la información utilizada de base para las unidades de precipitación se toma del mapa de distribución de la precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000, elaborado por el Ideam (2014), el cual se basa en series históricas de alrededor de 2050 estaciones meteorológicas, con periodos de registro de 30 años (1981-2010).

Tratamiento de la información: se realiza un ejercicio de delimitación a nivel espacial de zonas pluviométricas que reflejan los rangos de lluvia total media anual establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis	Distribución de las isoyetas medias anuales multianuales.

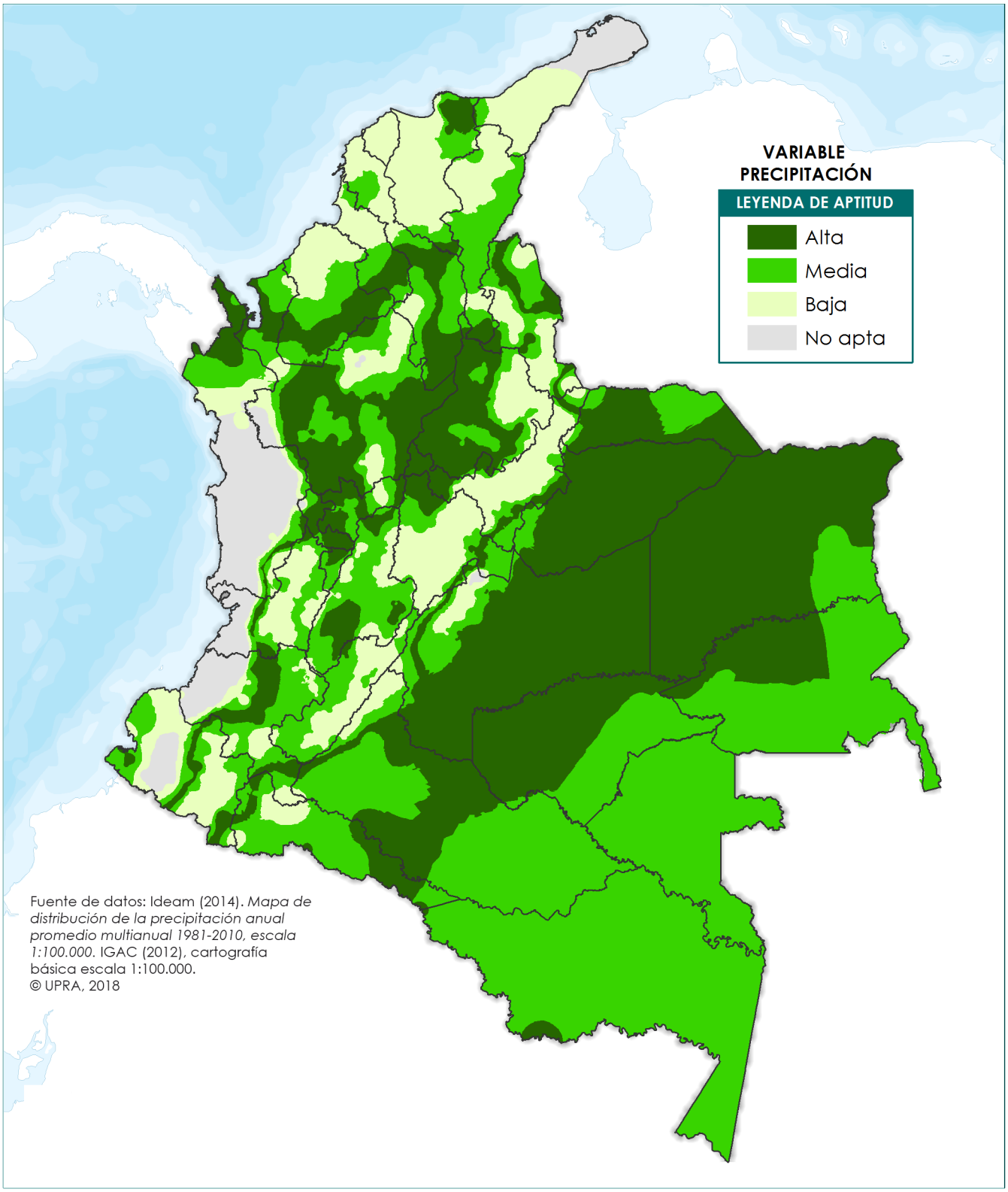
Fuentes de información

- Ideam. (2014b). *Mapa de precipitación media total anual, promedio multianual 1981-2010, escala: 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones climáticas



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

© UPRA, 2018

1.1.3. VARIABLE BRILLO SOLAR

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: climático		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES CLIMÁTICAS		
Variable: brillo solar	**Unidad de medida:** horas sol/año	
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Cantidad de horas en la que los rayos del sol llegan directamente sobre la superficie terrestre; también se denomina insolación.

Importancia de la variable para el cultivo

El crecimiento del cultivo de caucho requiere de plena luz solar. La luz solar, que representa una parte de la radiación solar que incide sobre la superficie, influye en varios aspectos de la vida de las plantas de caucho: respiración, fotosíntesis, transpiración y, en general, en el crecimiento vegetativo y reproductivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Variable	Aptitud		
	A1	A2	A3
Brillo solar (horas sol/año)	> 1700	> 900 - < 1700	< 900

Limitantes de la evaluación de la variable

No disponer de una red más densa de estaciones meteorológicas que registran información de brillo solar de todo el territorio nacional genera inconvenientes para conocer la distribución espacial más detallada de la insolación en algunas zonas del país, en especial en aquellas que presentan alta nubosidad durante el transcurso del año.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información: la información utilizada de base para las unidades de insolación se toma del mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multinanual 1981-2010, escala 1:100.000, elaborado por el Ideam (2014), el cual se basa en series históricas de alrededor de 350 estaciones meteorológicas, con periodos de registro de entre 20 y 30 años.

Tratamiento de la información: se realiza un ejercicio de delimitación a nivel espacial de zonas de isohelias, que reflejan los rangos de brillo solar anual establecidos por el equipo técnico de trabajo del componente físico, actividad soportada por el grupo TIC de la UPRA.

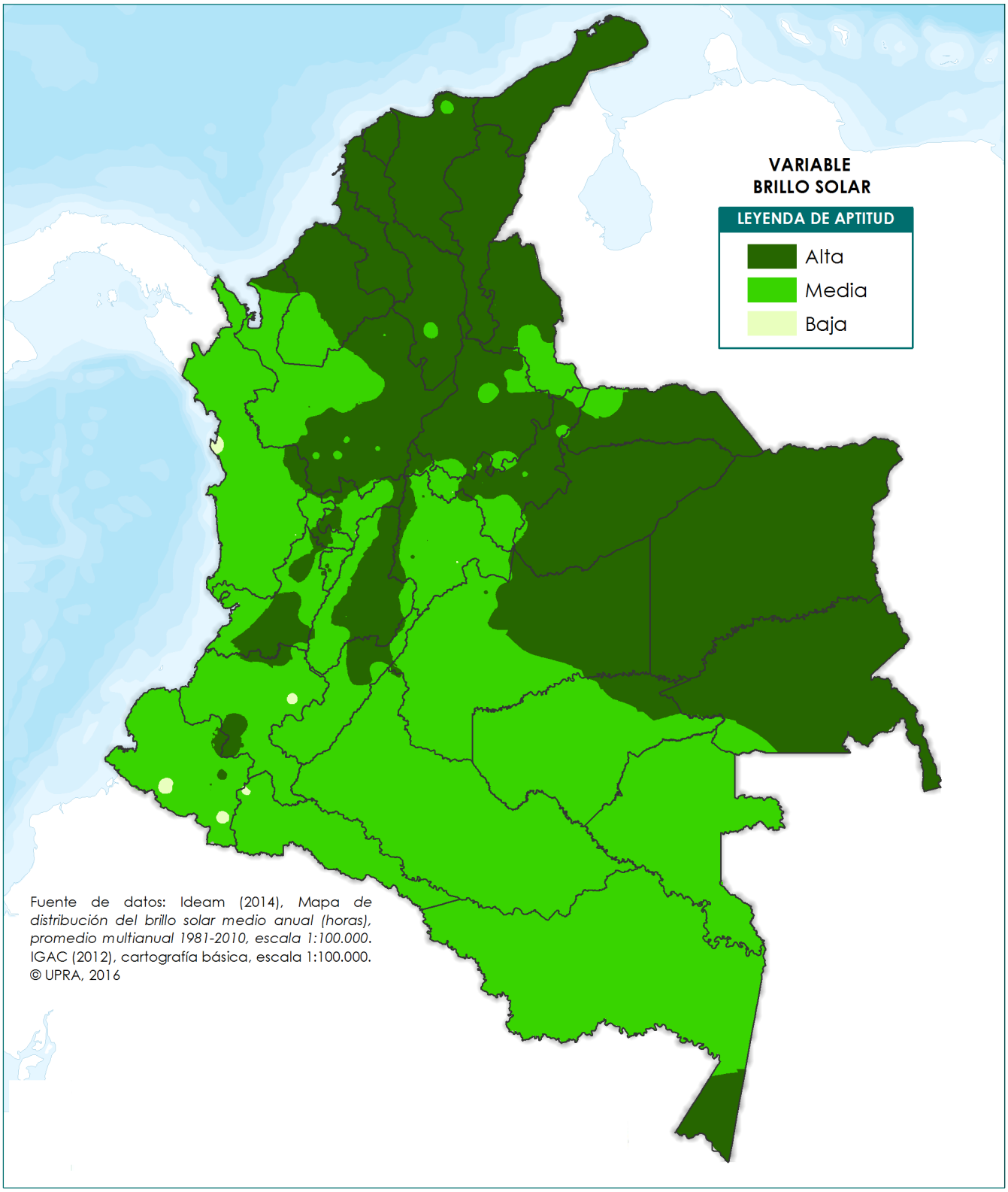
Unidad de análisis	Distribución de las isohelias medias anuales multianuales.

Fuentes de información

- Ideam. (2014c). *Mapa de distribución del brillo solar medio diario anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones climáticas



Fuente de datos: Ideam (2014), Mapa de *distribución del brillo solar medio anual (horas), promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2016

1.2 CRITERIO CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Análisis jerárquico	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Profundidad efectiva, expresada en cm.
Pedregosidad, expresada en fase de pedregosidad.
Textura, expresada en grupos texturales.

Definición

El criterio se relaciona con la posibilidad que tienen las raíces de explorar el suelo sin obstáculo. Al haber mayor volumen de suelo, mayores son las posibilidades de las plantas para anclarse y abastecerse de agua y nutrientes.

Importancia del criterio

Las condiciones de enraizamiento son un criterio fundamental para el buen desarrollo vegetativo del cultivo, integran un grupo de propiedades físicas de los suelos y dependen principalmente de los obstáculos físicos o químicos 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 caucho y su evaluación, y se constituye en una herramienta especial para la toma de decisiones por parte de los inversionistas y los planificadores del sector agropecuario en el país.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio de condiciones de enraizamiento se concluye que el límite a partir del cual no es viable el cultivo de caucho es la profundidad efectiva menor de 50.

Limitantes de la evaluación del criterio

La falta de homogeneidad de los componentes taxonómicos dentro de las unidades cartográficas de los suelos limita el conocimiento más detallado de la distribución espacial del criterio de condiciones de enraizamiento.

Valor de ponderación del criterio: 12,8 %

Metodología de evaluación

La información para las tres variables que conforman este criterio se obtienen de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) que corresponde a las clases de profundidad, clases de pedregosidad interna y las clases texturales (IGAC, 2010); la calificación de este criterio se genera por medio de un árbol de decisión.

La clase de aptitud en el criterio se aborda 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.

Ejemplo: profundidad efectiva > 100 cm = A1, sin pedregosidad = A1, textura muy fina = A3. En este caso en el árbol de decisión la variable más limitante es la clase textural con aptitud A3, entonces la calificación final de aptitud es A3.

Ejemplo sopesando la variable de mayor relevancia: profundidad efectiva moderadamente profunda de 75-100 cm = A2, sin pedregosidad =A1, texturas medias y gruesas = A1. La calificación final es A1 y no A2 (la más limitante).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Debido a que la pedregosidad no se encuentra en los porcentajes propuestos, sino como fase pedregosa (se asume que es mayor de 35 %) o sin fase pedregosa (menor de 35 %), se toma la fase pedregosa como aptitud marginal (A3) y sin la fase de pedregosidad como de aptitud alta (A1).

Los suelos orgánicos (histosoles) se califican con aptitud marginal, debido a que presentan problemas de anclaje para los árboles.

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	Aptitud			
	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	

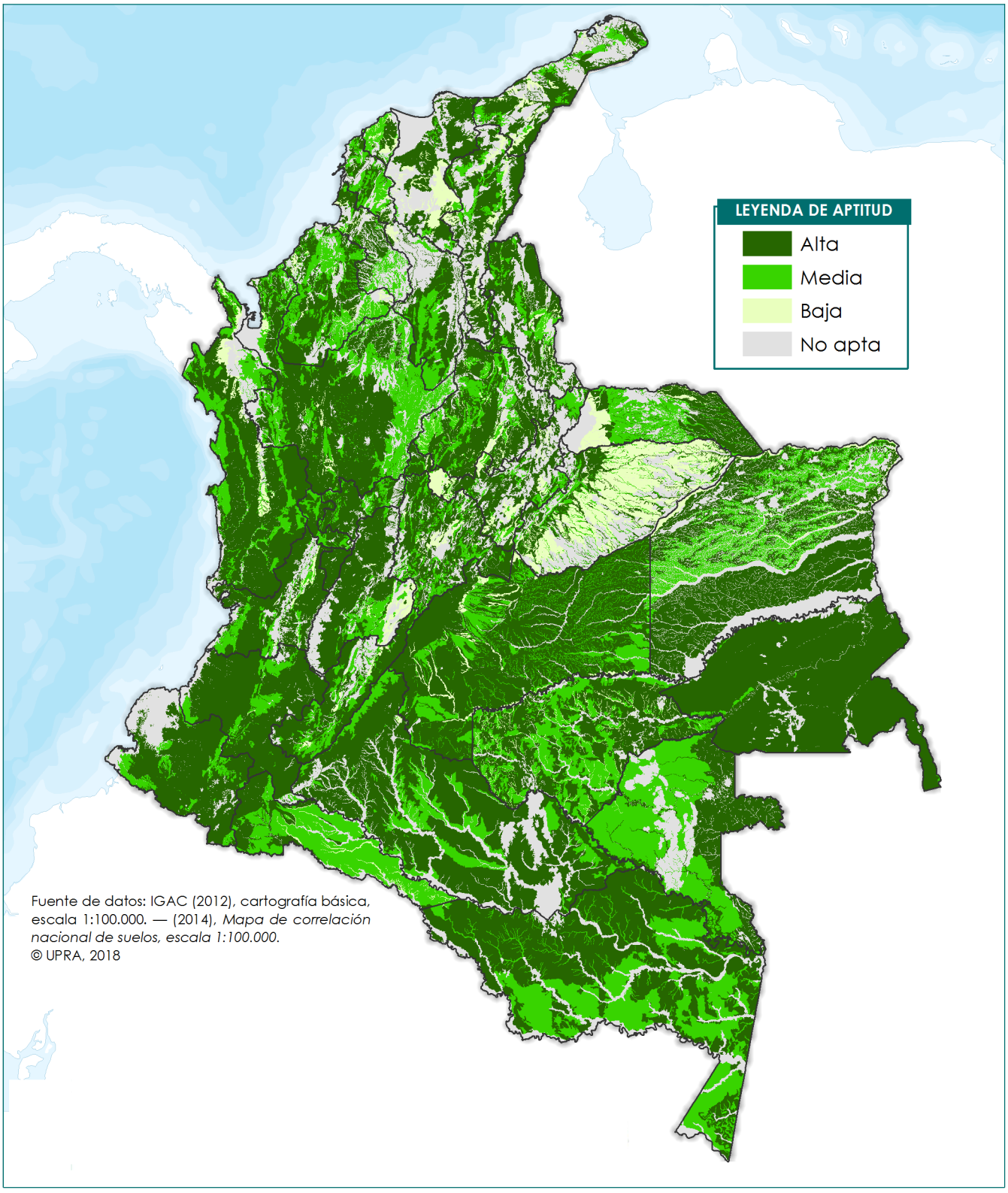
Árbol de decisión del criterio			
Profundidad efectiva (cm)	**Textura**	**Pedregosidad**	**Aptitud**
> 100	Medias y gruesas	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A2
	Finas	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A2
	Muy finas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
75-100	Medias y gruesas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A2
	Finas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A2
	Muy finas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
50-75	Medias y gruesas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Finas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Muy finas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
< 50	Cualquiera	Cualquiera	N1

Fuentes de información

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

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones de enraizamiento



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

1.2.1 VARIABLE PROFUNDIDAD EFECTIVA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Total de la profundidad del perfil del suelo que es favorable para el desarrollo de las raíces (USDA, 1961).

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

Clases por profundidad efectiva	
Clase	**Profundidad (cm)**
Muy superficial	< 25
Superficial	25-50
Moderadamente superficial	50-75
Moderadamente profunda	75-100
Profunda	100-150
Muy profunda	> 150

Importancia de la variable para el cultivo

El sistema radicular del caucho consta de 2 tipos de raíces: la pivotante, que se define como raíces de anclaje, y las secundarias, terciarias y absorbentes, que se definen como raíces de transporte de agua y nutrientes.

Las raíces pueden alcanzar de 2 a 5 m de profundidad después de 3 años, con raíces secundarias que emergen de la raíz principal por debajo del cuello y pueden alcanzar hasta 1 m, generando una red de raíces secundarias y pelos radicales que se concentra en las capas superiores del suelo.

Debido a esta distribución radicular, se considera que el caucho debe tener una profundidad efectiva > 100 cm, libre de fragmentos gruesos, contactos líticos y presencia de horizontes argílicos o compactados. Otros elementos que afectan la profundidad efectiva son: condiciones de hidromorfismo, contrastes texturales, fluctuaciones del nivel freático, encharcamientos e inundaciones. Esta es una variable básica en la selección de las áreas para el establecimiento de los cultivos comerciales de caucho, pues de ella depende el buen desarrollo vegetativo para la extracción óptima de látex.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Se definieron las profundidades efectivas menores a 50 cm como no apta para el establecimiento del cultivo comercial de caucho, debido a que a estas profundidades hay restricciones en la disponibilidad de nutrientes y buen anclaje de las raíces para una producción rentable.

Limitantes de la evaluación de la variable

Las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones, por 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 de la calificada y, por tanto, su aptitud es diferente.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de profundidad efectiva se obtienen 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, 2012), con lo cual se asigna 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 reportes técnicos de Fedecaucho y Minagricultura, se determinan como tierras con aptitud alta (A1) a los suelos con profundidad mayor a 100 cm; con aptitud media (A2) a los suelos con profundidad entre 75 y 100 cm; y con aptitud baja (A3), a los suelos con profundidad entre 50 y 75 cm. Se excluyen las profundidades menores a 50 cm (N1), pues, al no tener profundidad suficiente para soportar el anclaje de los árboles, retardan su desarrollo, los hacen susceptibles al volcamiento y detienen el crecimiento de las plantas de caucho natural.

El criterio para discriminar las diferentes profundidades con el nivel de aptitud radica en que a medida que la profundidad disminuye se reduce la exploración de nutrientes y, por tanto, disminuye la producción hasta el punto de que el establecimiento del cultivo de caucho deja de ser rentable.

Desde el punto de vista físico, en la determinación de los rangos de aptitud de la profundidad efectiva de los suelos se tienen en cuenta limitaciones absolutas como la presencia de roca continua y compacta y la profundidad del nivel freático –otras como los horizontes argílicos y compactados pueden ser mejorados, como en efecto se está haciendo con subsoladores. Las limitaciones por aspectos químicos por cantidades excesivas de sales se califican como no aptos en la evaluación de dichas variables.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Rangos para la asignación de valores 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

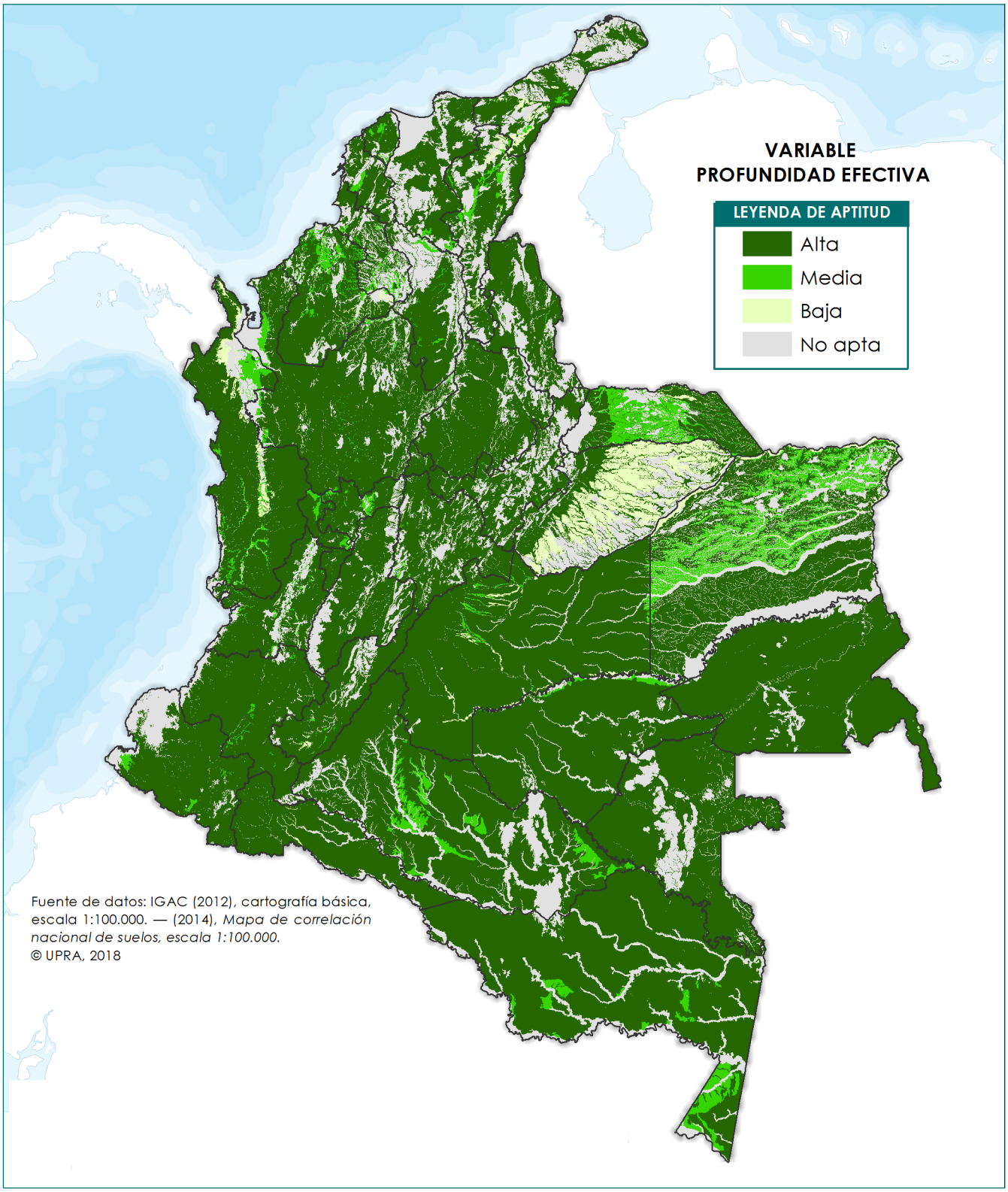
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210.* EUA: Soil Conservation Service USDA. Recuperado de < https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones de enraizamiento



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

1.2.3 VARIABLE TEXTURA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
Variable: textura	**Unidad de medida:** clase textural	
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Proporción relativa en que se encuentran, en una masa de suelo, varios grupos de granos individuales asociados por tamaño. Se refiere 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, 1990).

Las clases texturales, de acuerdo con el triángulo textural (IGAC, 2010), son:

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

Importancia de la variable

La textura del suelo es una propiedad física que se usa como criterio 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, pues el espacio entre partículas permite que circule el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No se considera alguna exclusión, porque la planta de caucho crece en cualquier textura, aunque con diferentes rendimientos.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representa asociaciones o complejos de suelos, que dificulta su calificación; el criterio utilizado se realiza sobre la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores con texturas de diferente calificación dentro de cada unidad de suelos que no es posible que se vea reflejada 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 define con base en los requerimientos del cultivo de caucho consultados a los diferentes gremios y productores y su relación con el crecimiento y buen desarrollo vegetativo durante su ciclo de producción.

La información base para determinar la textura a las unidades de tierra es el mapa integrado de geopedología a nivel nacional, a escala 1:100.000, realizado por el IGAC (2013). A partir de esta base de datos, se realiza un ejercicio de 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 gruesas y medias (las clases franca, franco limosa, limosa, franco arcillo limosa, franco arcillo arenosa, franco arcillosa, franco arenosa y arenosa) se determinaron con aptitud alta (A1), pues cuentan con proporciones adecuadas de partículas (arcillas, limos y arenas), en que las plantas de caucho natural pueden obtener un mejor desarrollo, sin implicar mayores adecuaciones al suelo que aumenten los costos en el establecimiento y mantenimiento del cultivo.

El grupo textural de finas (las clases arcillosa, arcillo arenosa y arcillo limosa) se determinó con aptitud moderada (A2): presentan baja permeabilidad, dificultan el movimiento del agua en suelo y, por tanto, favorecen los encharcamientos con problemas de disponibilidad de oxígeno y, en épocas secas, endurecimiento del suelo.

El grupo textural de muy finas (la clase arcillosa, con más del 60 % de arcilla) cuenta con aptitud marginal (A3), porque cuenta con baja permeabilidad y poco movimiento del agua en el suelo, lo que aumenta los problemas de encharcamiento (zonas planas), de disponibilidad de oxígeno y de movimientos en masa en zonas de ladera. Igualmente, los suelos orgánicos (histosoles) se calificaron marginalmente (A3), por los problemas de anclaje de los árboles.

Esta variable presenta los siguientes 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

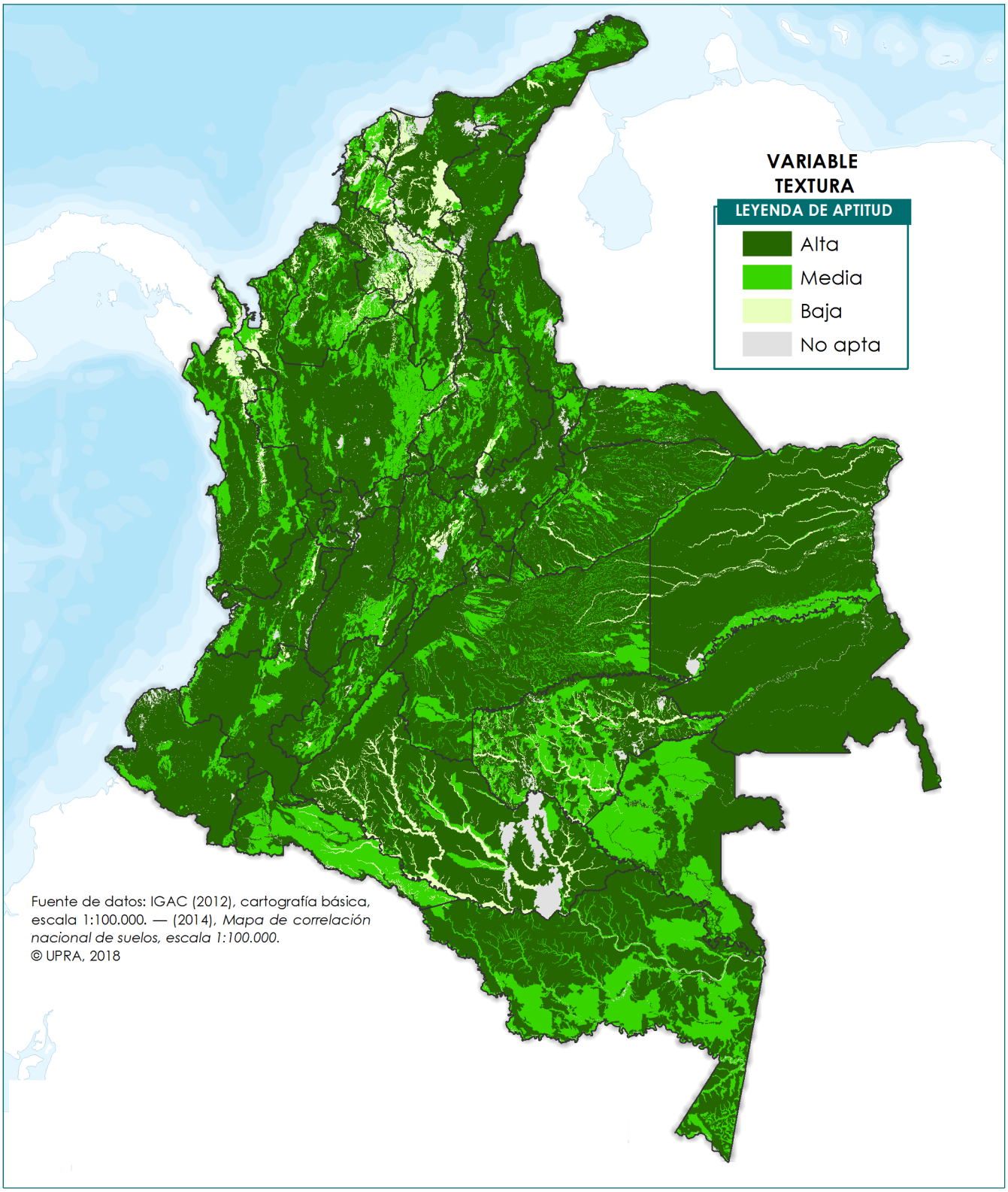
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC. IGAC.
- —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones de enraizamiento



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

1.2.2. VARIABLE PEDREGOSIDAD

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO		
Variable: pedregosidad	**Unidad de medida:** fase de pedregosidad	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Partes de fragmentos mayores a las gravas (0,045 m de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil, según la cantidad, el tamaño y el espaciamiento. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas. Dependiendo de la cantidad de fragmentos, se disminuye el área útil por unidad de superficie para el desarrollo del sistema de raíces de las plantas.

De acuerdo con el manual de códigos (IGAC, 2010), los rangos son los siguientes:

Clases por volumen de fragmentos rocosos en el perfil de suelo	
Clase	**Volumen (%)**
No hay	< 3
Pocos	3-15
Frecuentes	15-35
Abundantes	35-60
Extremadamente abundantes	60-90
«Fragmentoso»	≥ 90

Importancia de la variable para el cultivo

Los fragmentos de roca sobre la superficie del suelo son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de caucho por tener influencia en las prácticas de laboreo, cuando se usa maquinaria o implementos manuales, y también porque disminuye la densidad de siembra del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No se consideraron rangos de exclusión (N1) para la variable. Los suelos sin pedregosidad se consideraron con aptitud alta (A1) en tanto que los suelos pedregosos se consideraron marginales (A3) para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural.

Limitantes de la evaluación de la variable

La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología; solamente aparece fase pedregosa (se asume un volumen > 35 %) y sin fase pedregosa (volumen < 35 %), no se encuentran los rangos propuestos para esta zonificación: < 20 % (baja), 20-50 % (media), 50-90 % (alta) y > 90 % (muy alta).

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de pedregosidad se obtienen a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).

La variable de pedregosidad se toma únicamente como aparece en los registros de la información de la base de datos, es decir, «fase pedregosa» o «sin fase pedregosa», sin especificar rangos por porcentaje de pedregosidad.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos del cultivo y la base de datos del mapa de suelos, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos sin fase de pedregosidad y como suelos marginales (A3) aquellos con fase de pedregosidad.

Rangos de aptitud	
Clase de pedregosidad	**Aptitud**
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	A3

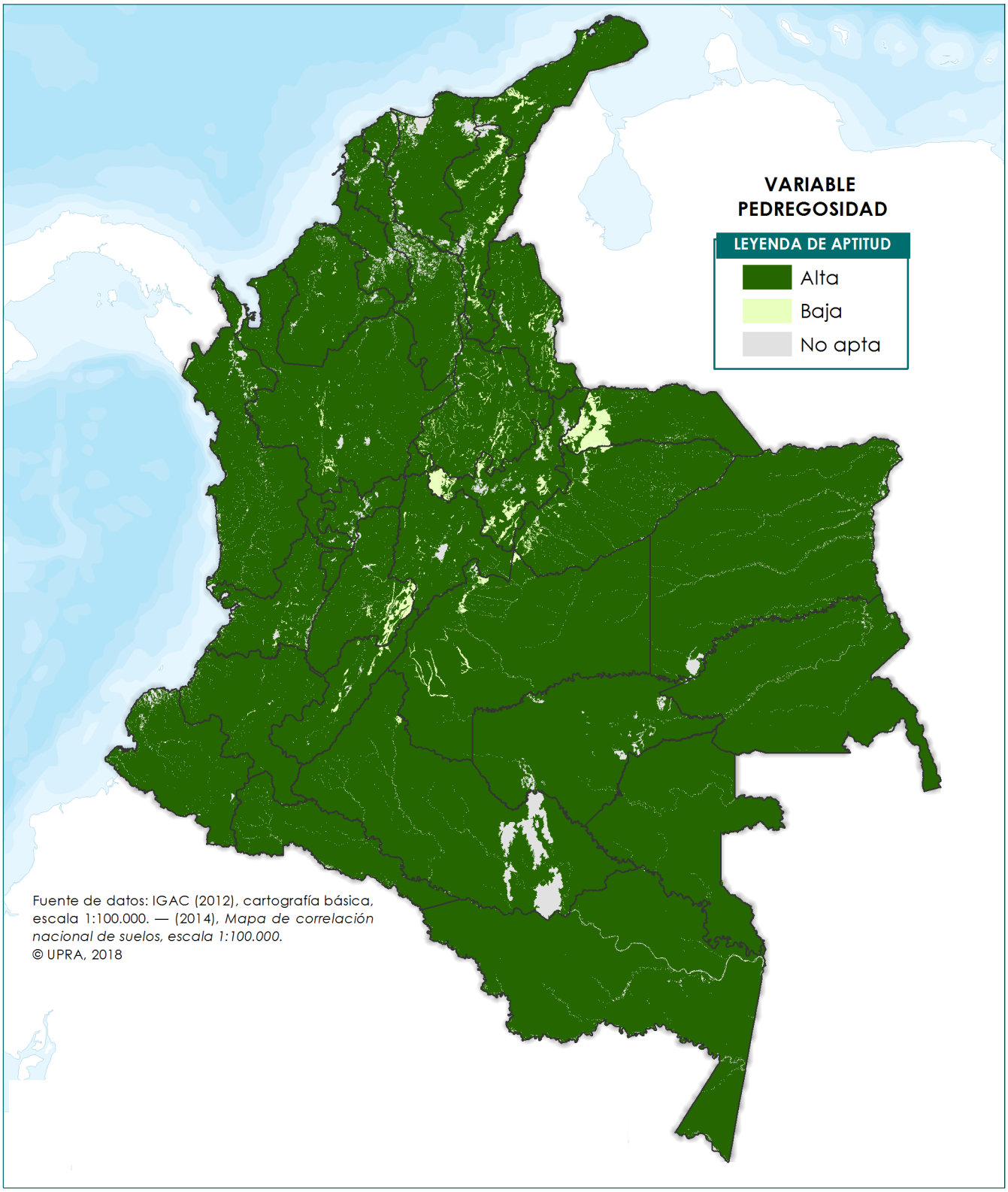
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- SMSS. (1985). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. Van Wambeke y Forbes (Eds.). Washington, Estados Unidos: SMSS. Recuperado de <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAY544.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones de enraizamiento



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

1.3 CRITERIO CAPACIDAD DE LABOREO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

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

Definición

Facilidad o dificultad que un terreno presenta en su preparación o adecuación para establecer un cultivo. El establecimiento del cultivo de caucho natural implica el uso de maquinaria, especialmente en lo que tiene que ver con la preparación del sitio. Esto depende de la pendiente, la clase textural de la capa arable y la presencia de pedregosidad en superficie y dentro del perfil.

Importancia del criterio

La capacidad de laboreo es un criterio fundamental en el establecimiento de plantaciones de caucho; integra las variables de pendiente, textura y pedregosidad, cuyos límites de variación harán más fácil o más difícil el uso de maquinaria, equipos, implementos o herramientas para las diferentes actividades culturales durante el ciclo del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

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 caucho son la pendiente mayor de 75 %..

Limitantes de la evaluación del criterio

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

La pedregosidad no se encuentra en los rangos de porcentaje; solamente si tiene o no fase de pedregosidad. Se tomó la decisión de que sin fase de pedregosidad (< 35 %) fuera clasificada con aptitud alta (A1) y la fase pedregosa (implica que es > 35 %) se calificara como marginal (A3).

Valor de ponderación del criterio: 5,0 %

Metodología de evaluación

La información para las tres variables que conforman este criterio se obtienen 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, 2012). Los suelos orgánicos (histosoles) se califican con aptitud marginal (A3), debido a que su baja densidad genera subsidencia. La calificación de este criterio se genera por medio de un árbol de decisión.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Pendiente (%)	Aptitud
Plana a ondulada ≤ 12 %	A1
Ondulada a fuertemente ondulada 12-25 %	A2
Ligeramente escarpada 25-75 %	A3
Fuertemente escarpada ≥ 75 %	N1

Textura	Aptitud
Medianas	A1
Gruesas	A2
Finas y muy finas	A3

Pedregosidad	Aptitud
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	A3

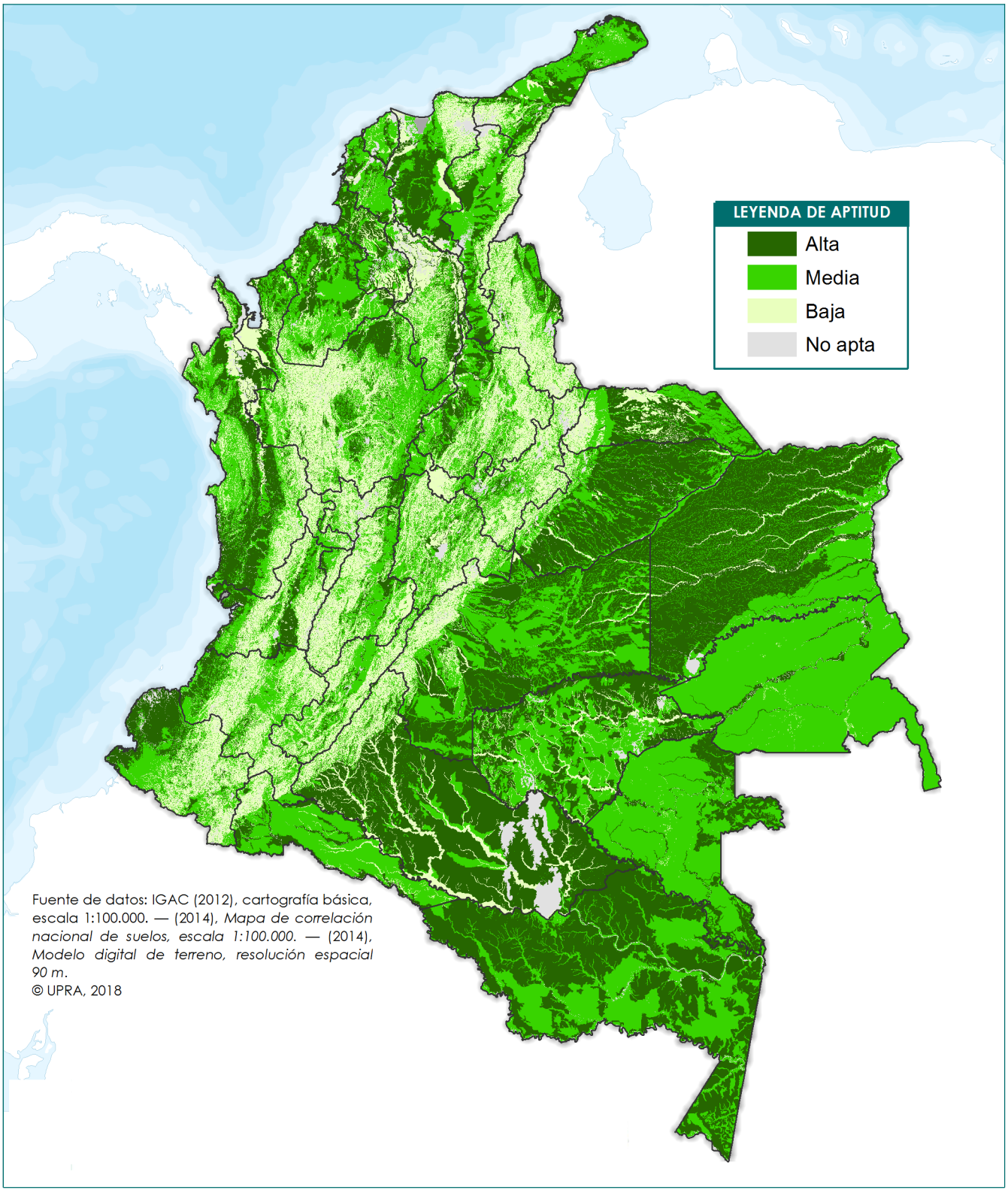
Árbol de decisión del criterio			
Pendiente (%)	**Textura**	**Pedregosidad**	**Aptitud**
< 12	Medianas	Sin fase de pedregosidad	A1
		Con fase de pedregosidad	A3
	Gruesas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Finas y muy finas	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
12-25	Medianas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Gruesas	Sin fase de pedregosidad	A2
		Con fase de pedregosidad	A3
	Finas y muy finas	Sin fase de pedregosidad	A3
		Con fase de pedregosidad	A3
25-75	Cualquiera	Cualquiera	A3
> 75	Cualquiera	Cualquiera	N1

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- —. (2014b). *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 del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio capacidad de laboreo



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* — (2014), *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.*

© UPRA, 2018

1.3.1 VARIABLE PENDIENTE

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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.

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 manejaron de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010):

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

Importancia de la variable para el cultivo

La pendiente es una variable determinante en la toma de decisiones para el establecimiento del cultivo comercial de caucho. Este cultivo es agroforestal, así que tolera pendientes para obtener rendimientos óptimos hasta el 25 %; en adelante, a medida que aumenta la inclinación del terreno, dificulta 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 este cultivo para evitar movimientos en masa y pérdida de suelo donde las pendientes son escarpadas, > 75 %.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Las pendientes mayores de 75 % se excluyen (N1) para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural, debido a que esta clase de pendiente pertenece a la clase VIII, por capacidad de uso, y su uso principal es la conservación.

Limitantes de la evaluación de la variable

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 nivel de resolución no tiene buena aproximación a la realidad del terreno, en particular, en pendientes superiores al 50 %.

Metodología de procesamiento de la información

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud:

Rangos de aptitud	
Clase de pendiente	**Aptitud**
Plana a moderadamente inclinada (≤ 12 %)	A1
Fuertemente inclinada (12-25 %)	A2
Moderadamente escarpada (25-75 %)	A3
Fuertemente escarpada (> 75 %)	N1

Nota: la pendiente plana a ondulada (≤ 12 %) corresponde a valores de inclinación entre plana ligeramente ondulada y moderadamente ondulada o ligeramente quebrada; la pendiente ondulada a fuertemente ondulada (12-25 %) incluye pendientes fuertemente ondulada o mderadamente quebrada hasta ligeramente escarpada o fuertemente quebrada; la pendiente ligeramente escarpada (25-75 %) incluye las inclinaciones ligeramente escarpada o fuertemente quebrada hasta moderadamente escarpada o moderadamente empinada; la pendiente fuertemente escarpada (≥ 75 %) también se denomina fuertemente empinada.

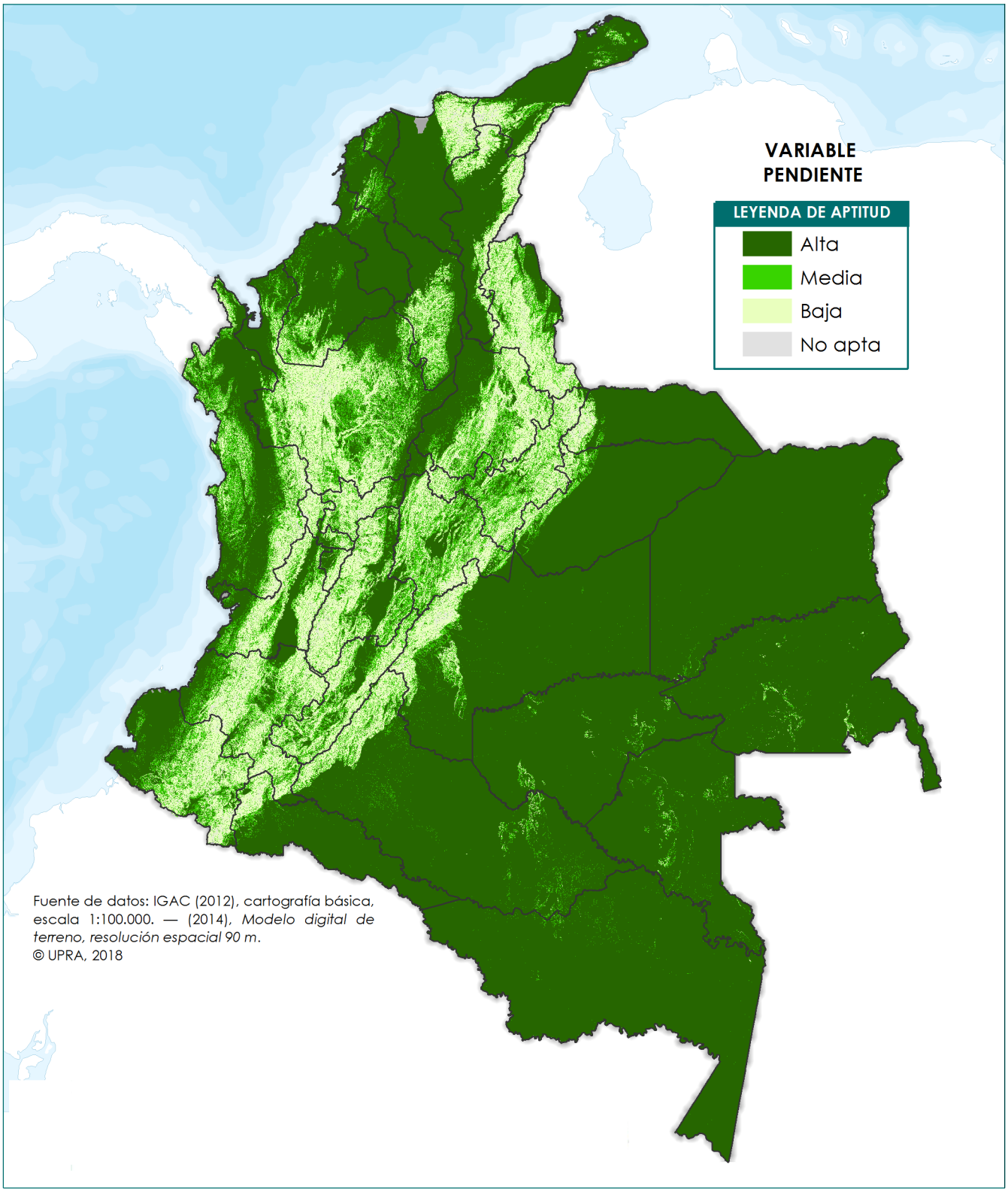
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2014b). *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

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio capacidad de laboreo



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.*

© UPRA, 2018

1.3.2 VARIABLE TEXTURA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CAPACIDAD DE LABOREO		
Variable: textura	**Unidad de medida:** clase textural	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	

Definición

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 (Montenegro y Malagón, 1990).

Las clases texturales, de acuerdo con el triángulo textural (IGAC, 2010), son:

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

Importancia de la variable para el cultivo

La textura 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, pues el espacio entre partículas permite que circule el oxígeno que favorece la aireación y la penetración de las raíces a través del suelo.

Para que los implementos penetren con facilidad en el suelo se necesita una composición de 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), en tanto que los suelos arenosos desgastan los filos de las herramientas y no facilitan la construcción de drenajes.

Esta variable se define con base en el comportamiento de la textura para el manejo del suelo, especialmente en lo relacionado con la pegajosidad y la susceptibilidad a la compactación.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No hay exclusión.

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 en las que se califica el mayor componente; el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación que no son posibles de detallar en la calificación de la unidad, por la escala que se determinó para la presente zonificación.

Metodología de procesamiento de la información

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

La información base para determinar la textura de las unidades de tierra es el mapa integrado de geopedología a nivel nacional, a escala 1:100.000 realizado por el IGAC. A partir de esta base de datos se realiza 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 las cuales las prácticas de laboreo que se realicen se pueden hacer satisfactoriamente, sin implicar deterioro o daños a las propiedades físicas del suelo.

Las texturas gruesas se clasificaron con aptitud moderada (A2), debido a que las clases arenosa franca (AF), arenosa (A) y franco arenosa (FA) presentan altos contenidos de arenas, cuya estructura es susceptible a ser alterada al usar maquinaria.

Las texturas muy finas y finas (arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA), arcillo limosa (ArL) y la arcillosa con más del 60 % de arcilla) se clasificaron con aptitud marginal (A3), pues las prácticas de laboreo se dificultan en este tipo de suelos (muy pegajosos y plásticos). Para lograr buenas prácticas se deben seleccionar épocas en que el suelo tenga la humedad adecuada. Los suelos orgánicos (histosoles) se califican con aptitud marginal, debido a su baja densidad y la susceptibilidad a la subsidencia. Esta 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	
Ar > 60 % de contenido de arcilla	Muy finas	A3

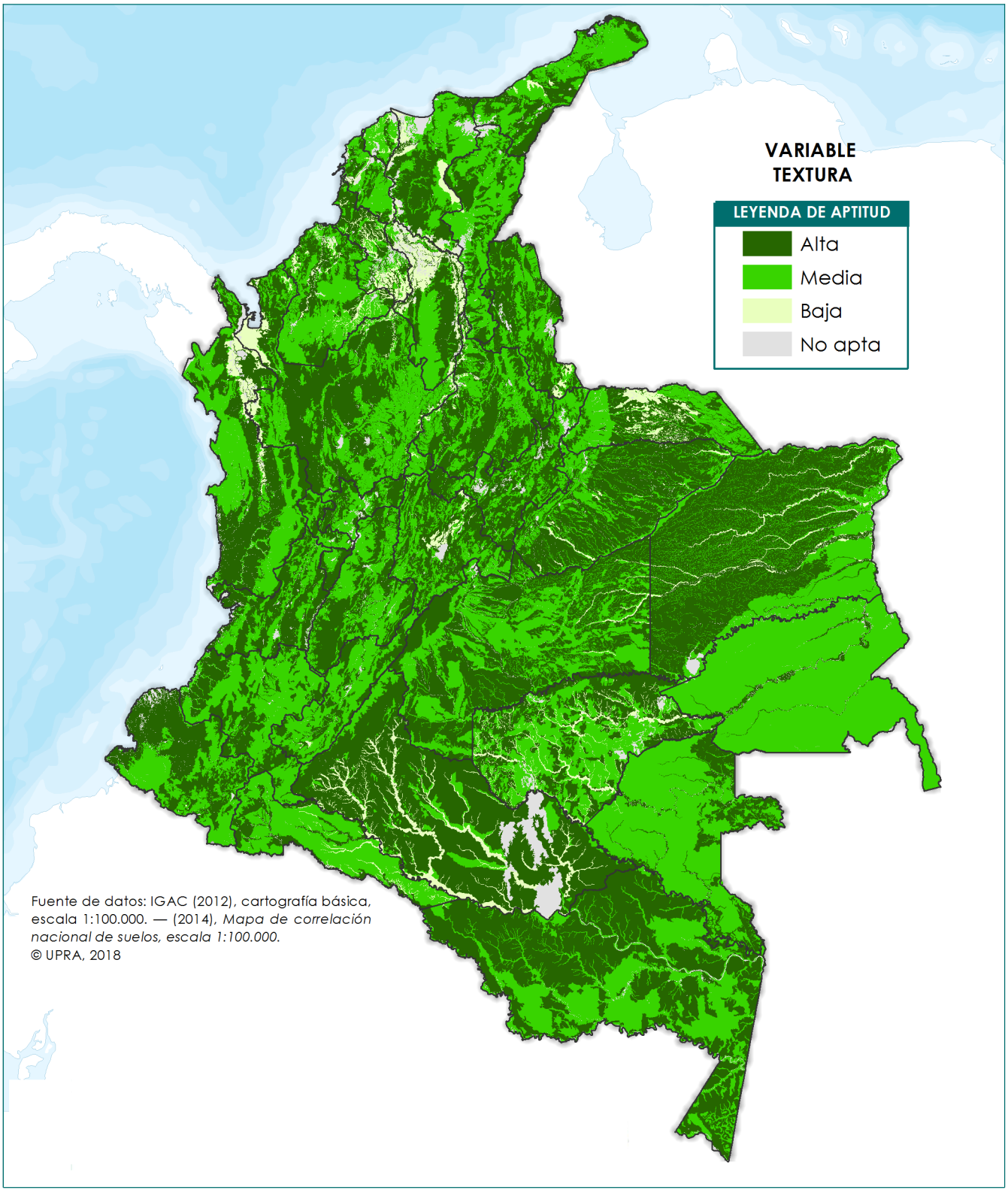
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos*. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio capacidad de laboreo



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

1.3.3 VARIABLE PEDREGOSIDAD

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Partes de fragmentos mayores a las gravas (0,045 m de diámetro) sobre la superficie del suelo y dentro del perfil, según la cantidad, el tamaño y el espaciamiento. En los estudios de suelos aparecen cartografiados como fases pedregosas. Dependiendo de la cantidad de fragmentos, se disminuye el área útil por unidad de superficie y puede llegar a impedir el uso de maquinaria y de implementos agrícolas.

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 mayores a 7,6 cm de diámetro, que incluyen guijarros, piedras y bloques.

Clases por recubrimiento de fragmentos rocosos en la superficie de suelo	
Clase	**Superficie cubierta en porcentaje (%)**
No hay	≤ 0,1
Poca	0,1-3
Mediana	3-15
Abundante	15-50
Muy abundante	50-0
Miscelánea	> 90
Pedregosa	> 15

Importancia de la variable para el cultivo

Los fragmentos de roca sobre la superficie del suelo son muy importantes en la zonificación del cultivo comercial de caucho, por tener influencia en las prácticas de laboreo, cuando se usa maquinaria o implementos manuales; también porque afecta la distribución de las plantas en los lotes y disminuye la densidad de siembra del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No se consideraron rangos de exclusión (N1) para la variable. Los suelos sin pedregosidad se consideraron con aptitud alta (A1) en tanto que los suelos pedregosos se consideraron marginales (A3) para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural.



Limitantes de la evaluación de la variable

La principal limitante para la evaluación de esta variable es la forma como se encuentra registrada la información en la base de geopedología, solamente aparece la fase pedregosa y fase no pedregosa. Se asume que la fase pedregosa tiene más 35 % de pedregosidad.

Metodología de procesamiento de la información

Las clases de pedregosidad se obtienen a partir de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos del cultivo y la base de datos del mapa de suelos, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos sin fase de pedregosidad y como suelos marginales (A3) aquellos con fase de pedregosidad.

Rangos de aptitud	
Clase de pedregosidad	**Aptitud**
Sin fase de pedregosidad	A1
Con fase de pedregosidad	A3

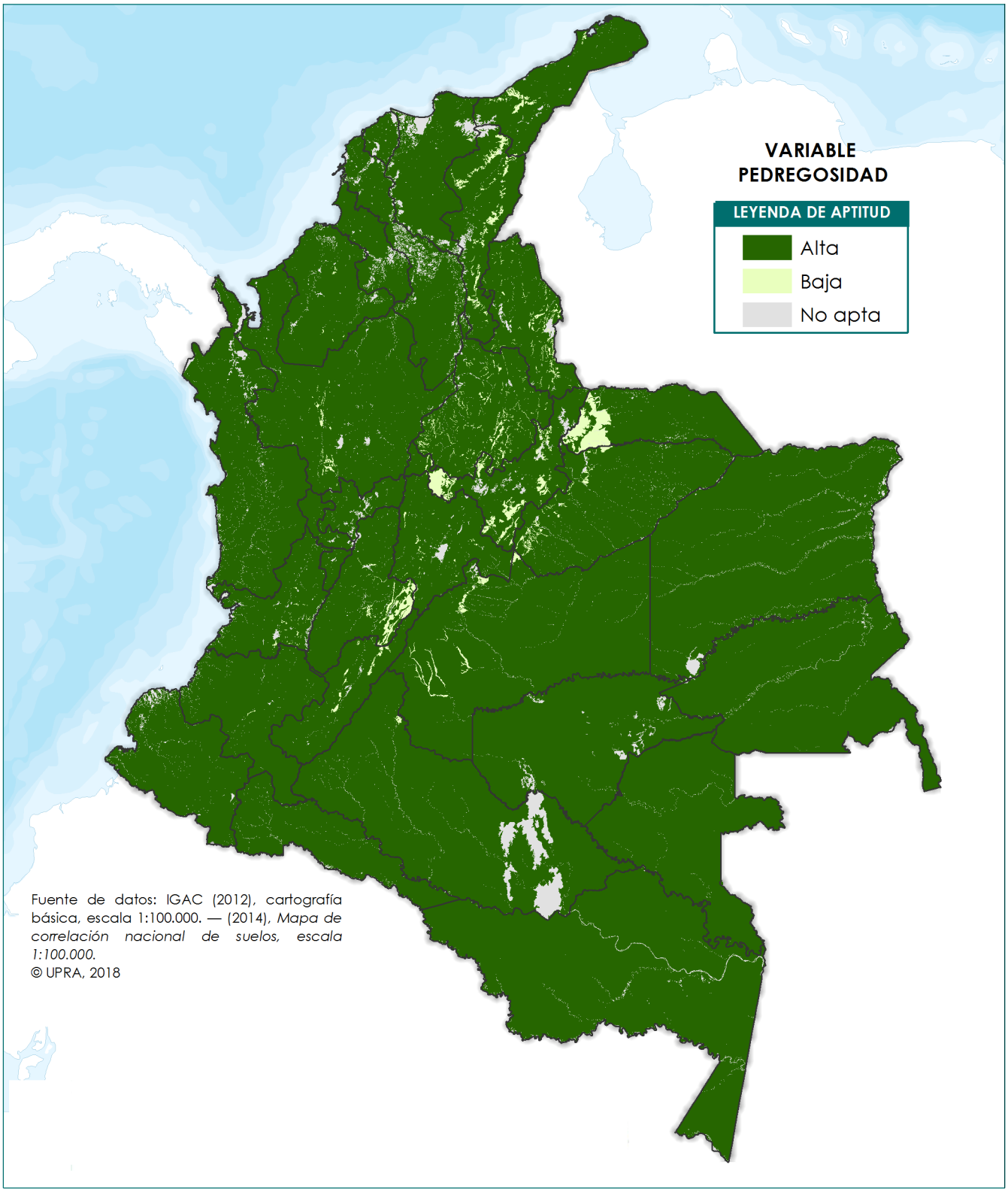
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- SMSS. (1985). *Criterios para el uso de la taxonomía de suelos en la denominación de unidades cartográficas*. Van Wambeke y Forbes (Eds.). Washington, Estados Unidos: SMSS. Recuperado de <http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNAAY544.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio capacidad de laboreo



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

© UPRA, 2018

1.4 CRITERIO DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Régimen de humedad, expresado como clase.
Textura, expresada como clases texturales.

Definición

Interacción del régimen de humedad y la clase textural de los suelos. Capacidad que tienen los suelos para aportar agua aprovechable para las plantas en cantidades suficientes para su desarrollo; se relaciona con el contenido y movimiento interno del agua en el suelo y con la posibilidad de retención de humedad durante el año, la cual depende a su vez de las clases texturales de los suelos y de los regímenes pluviométricos.

Importancia del criterio

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, pues de ella y de las características climáticas de la región depende el desarrollo de los cultivos de caucho.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Se ha considerado que los regímenes de humedad perácuico y arídico no proporcionan buenas condiciones para desarrollar el cultivo, el primero por exceso y el segundo por déficit.

Limitantes de la evaluación del criterio

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos a escala 1:100.000 son asociaciones en las que a 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 esta existen áreas que tienen calificaciones diferentes al componente calificado y que, por tanto, corresponden a aptitudes diferentes.

Valor de ponderación del criterio: 6,8 %

Metodología de evaluación

La calificación de rangos de aptitud se determina desde 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.

La clase de aptitud en el criterio disponibilidad de humedad se plantea con las variables de régimen de humedad y los grupos texturales, combinando los rangos de aptitud de estas dos variables y tomando la decisión de aptitud 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 fue el grupo textural de texturas medias con aptitud A2; entonces, la calificación final de aptitud es A2. Los suelos orgánicos (histosoles) se calificaron con aptitud alta (A1) por su excelente retención de humedad.

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 obtuvieron de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).

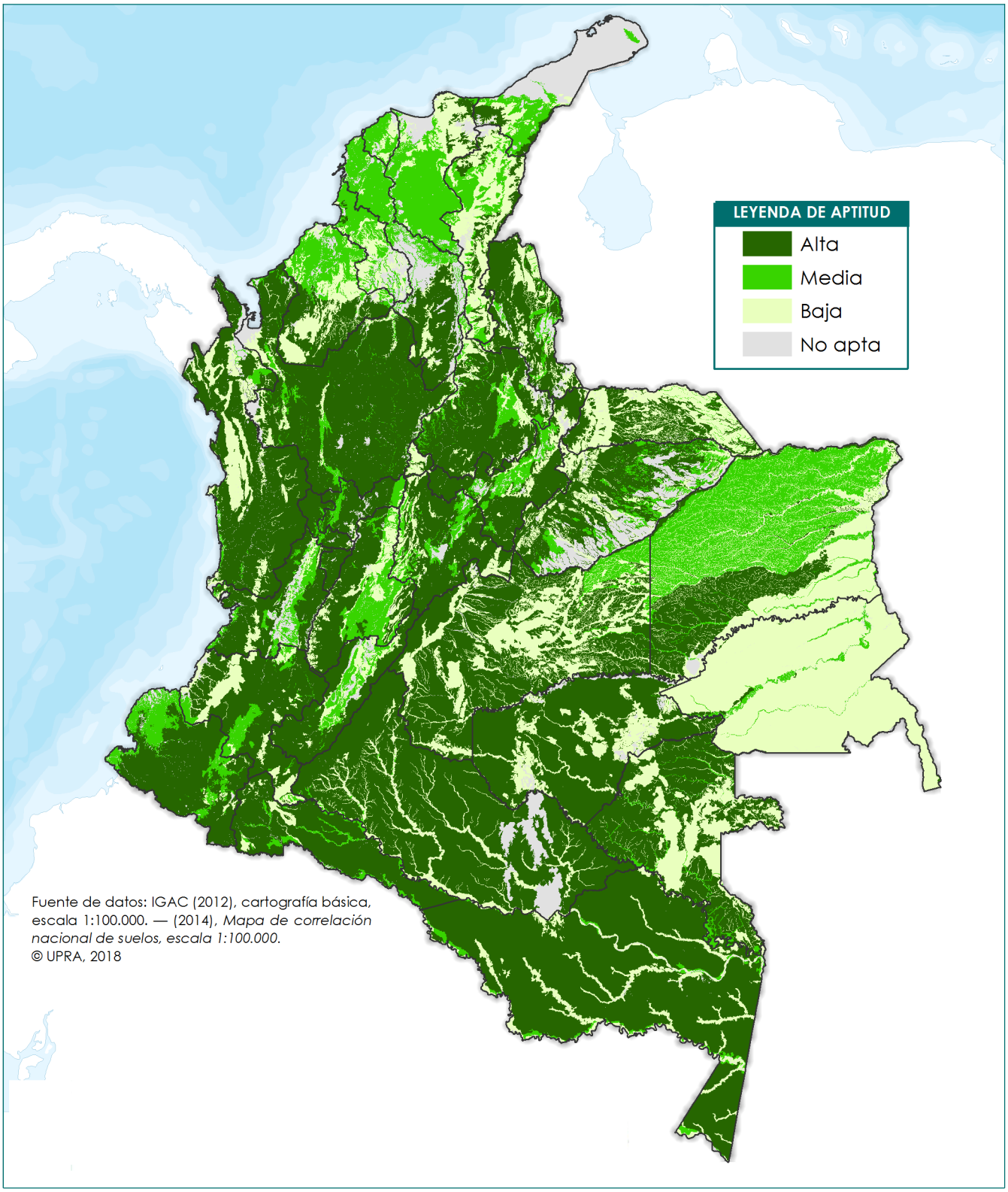
Árbol de decisión del criterio		
Régimen de humedad	**Grupo textural**	**Aptitud**
Údico	Finas y muy finas	A1
	Medias	A2
	Gruesas	A3
Ústico	Finas y muy finas	A2
	Medias	A2
	Gruesas	A3
Ácuico	Finas y muy finas	A1
	Medias	A1
	Gruesas	A3
Cualquiera	Muy gruesas	N1
Perácuico	Cualquiera	N1
Arídico	Cualquiera	N1

Fuentes de información

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

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de humedad



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

1.4.1. VARIABLE RÉGIMEN DE HUMEDAD

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
Variable: régimen de humedad	**Unidad de medida:** adimensional	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Los regímenes de humedad del suelo se definen en términos del nivel de agua subterránea y de la presencia o ausencia de agua retenida a una tensión inferior a 1500 kPa en la sección de control (USDA, 2014).

Údico: del latín *udus*, húmedo, es aquel en el que la sección de control no está seca por más de noventa (90) días acumulativos durante el año.

Perúdico: del latín *per*, a lo largo en el tiempo, y *udus*, húmedo; casos en que las precipitaciones superan a la evapotranspiraciones todos los meses del año.

Ústico: del latín *ustus*, quemado; implica sequedad, es intermedio entre el régimen arídico y el údico. Tiene humedad limitada, pero está presente en un momento en condiciones que son adecuadas para el crecimiento vegetal. El concepto de régimen ústico no se aplica a suelos que tienen permafrost.

Si la temperatura media anual del suelo es 22 °C o superior, o si las temperaturas medias de verano y de invierno del suelo difieren en menos de 6 °C a una profundidad de 50 cm, la sección control de humedad del suelo en áreas de régimen ústico está seca en alguna o todas las partes durante 90 o más días acumulativos en años normales. Es húmedo, sin embargo, en alguna parte, ya sea durante más de ciento ochenta (180) días acumulativos por año o 90 o más días consecutivos.

Ácuico: del latín *aqua*, es de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado de agua. Algunos suelos están saturados con agua, a veces mientras el oxígeno disuelto está presente, ya sea porque el agua está en movimiento o porque el entorno es desfavorable para los microorganismos (por ejemplo, si la temperatura es inferior a 1 °C, tal régimen no es considerado ácuico).

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. El régimen de humedad de estos suelos se denomina perácuico.

Arídico: regímenes de humedad arídico y tórrido (del latín *aridus*, seco, y del latín *torridus*, caliente y seco). Estos términos se utilizan para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía.

En el régimen de humedad arídico (tórrido), la sección de control de humedad en años normales es:

a. 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.

b. Húmeda en alguna o en todas partes por menos de 90 días consecutivos, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm está por encima de 8 °C.

Importancia de la variable para el cultivo

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 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 caucho hay muy poca infraestructura de riego, así que la disponibilidad natural de agua en el suelo se vuelve indispensable para el desarrollo del cultivo. La utilización de riego en los modernos cultivos de caucho, 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 (régimen arídico), 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 área determinada existen regímenes de humedad diferente al que se está calificando.

Metodología de procesamiento de la información

El proceso de evaluación de la variable de régimen humedad de los suelos se realiza 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 complementan interpretando la clasificación taxonómica de los suelos presentes en las unidades cartográficas.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Se considera para el cultivo comercial del caucho los siguientes rangos de aptitud:

Régimen de humedad	Aptitud
Údico	A1
Ústico	A2
Ácuico	A3
Perácuico y arídico	N1

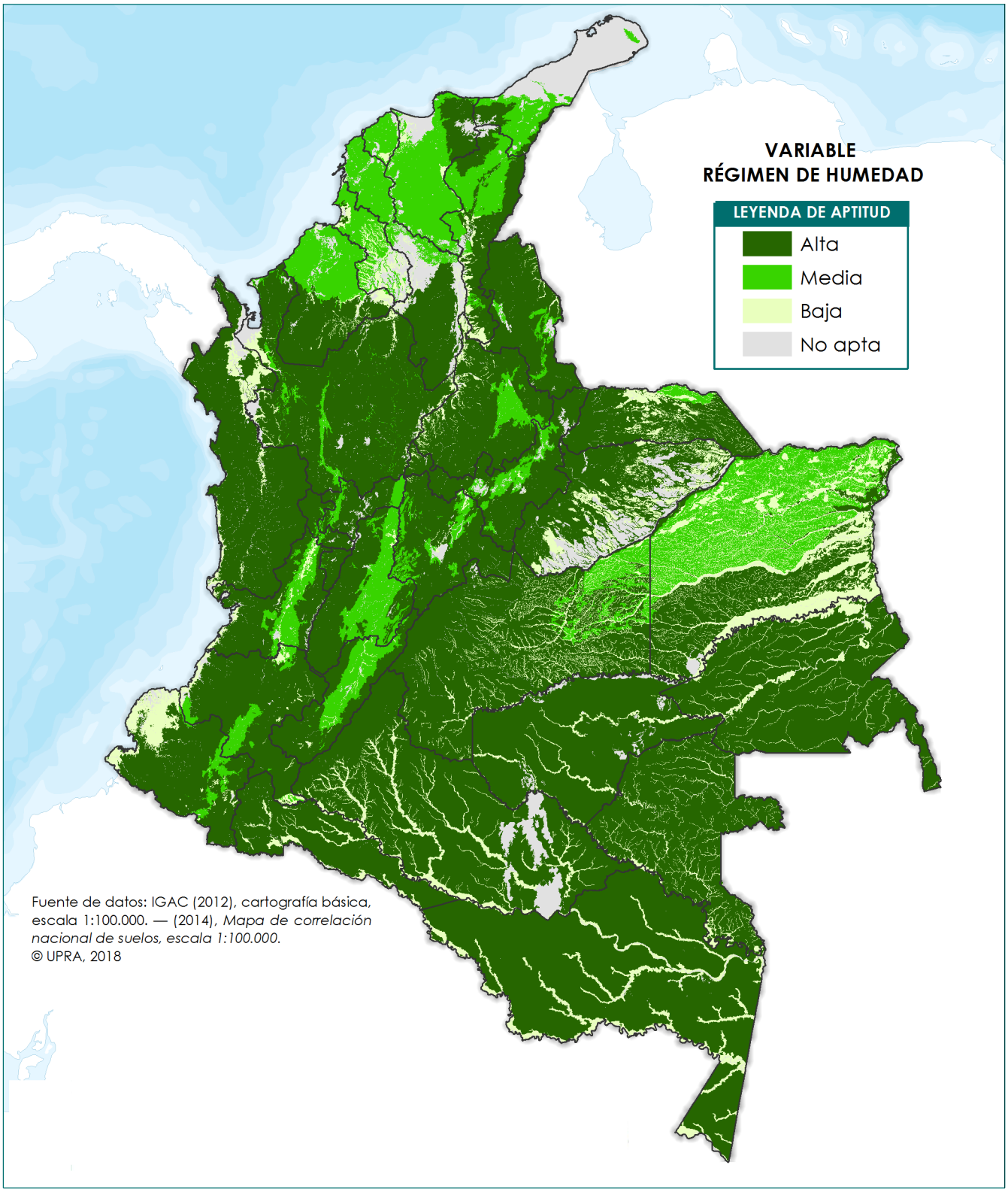
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC.
- USDA. (2014). *Keys to Soil Taxonomy.* EUA: USDA. Soil Survey Staff.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de humedad



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

1.4.2 VARIABLE TEXTURA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD		
Variable: textura	**Unidad de medida:** clase textural	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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 (Montenegro y Malagón, 1990). Las clases texturales, de acuerdo con el triángulo textural (IGAC, 2008), son:

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

Importancia de la variable para el cultivo

La clase textural propicia los tipos de interacciones que se pueden dar entre el suelo y las plantas, en gran parte las propiedades físicas de los suelos son determinadas por esta variable.

La textura del suelo es una propiedad física que se usa para evaluar las variables de capacidad para retener agua (las texturas finas retienen más agua que las gruesas), la capacidad de intercambio catiónico (capacidad para retener elementos nutritivos para las plantas), la permeabilidad e 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, pues 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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Las texturas muy gruesas relacionadas con suelos arenosos y arenosos francos no son favorables para el desarrollo del cultivo, debido a la baja capacidad de retención de humedad que en épocas de bajas lluvias o sequías genera estrés hídrico, incluso hasta causar la muerte de los árboles. Las texturas muy gruesas (A y AF) se consideran N1.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones o complejos de suelos; el criterio utilizado es la dominancia de la clase textural en los horizontes superficiales. Por tanto, es posible tener algunos sectores dentro de cada unidad de suelos con texturas de diferente calificación que, teniendo en cuenta la escala que se determinó para la presente zonificación, no es posible representar en la calificación de la unidad.

Metodología de procesamiento de la información

Esta variable se define con base en los requerimientos del cultivo de caucho natural consultados, en relación con el crecimiento y buen desarrollo durante su ciclo de producción.

La información base para determinar la textura de las unidades de tierra es el mapa integrado de geopedología a nivel nacional, escala 1:100.000, realizado por el IGAC. A partir de esta base de datos, se realiza 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 muy gruesas, gruesas, medias, finas y muy finas.

Las texturas finas y muy finas (arcillosa (Ar), arcillo arenosa (ArA) y arcillo limosa (ArL)) , que cuentan con más de 60 % de arcilla son las que más retienen humedad, por tanto, son de aptitud alta (A1). En este grupo se incluyen los suelos orgánicos (histosoles) por su alta retención de humedad.

El grupo textural establecido como medianas tiene aptitud moderada (A2), porque las clases que lo componen (franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FArL), franco arcillo arenosa (FArA), franco arcillosa (FAr)) cuentan con proporciones adecuadas de partículas (arcillas, limos y arenas) y con un nivel intermedio de retención de humedad.

Las texturas gruesas (Franco arenosa (FA)) fueron calificadas con aptitud marginal (A3), debido a que presentan baja capacidad de retención de humedad.

El grupo de las muy gruesas (arenosa franca (AF) y arenosa (A)) es el de menor capacidad de retención de humedad, por lo cual se considera inadecuado (N1) para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural.

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	
Franca (F), franco limosa (FL), limosa (L), franco arcillo limosa (FArL), franco arcillo arenosa (FArA), franco arcillosa (FAr)	Medias	A2
Franco arenosa (FA)	Gruesas	A3
Arenosa franca (AF), arenosa (A)	Muy gruesas	N1

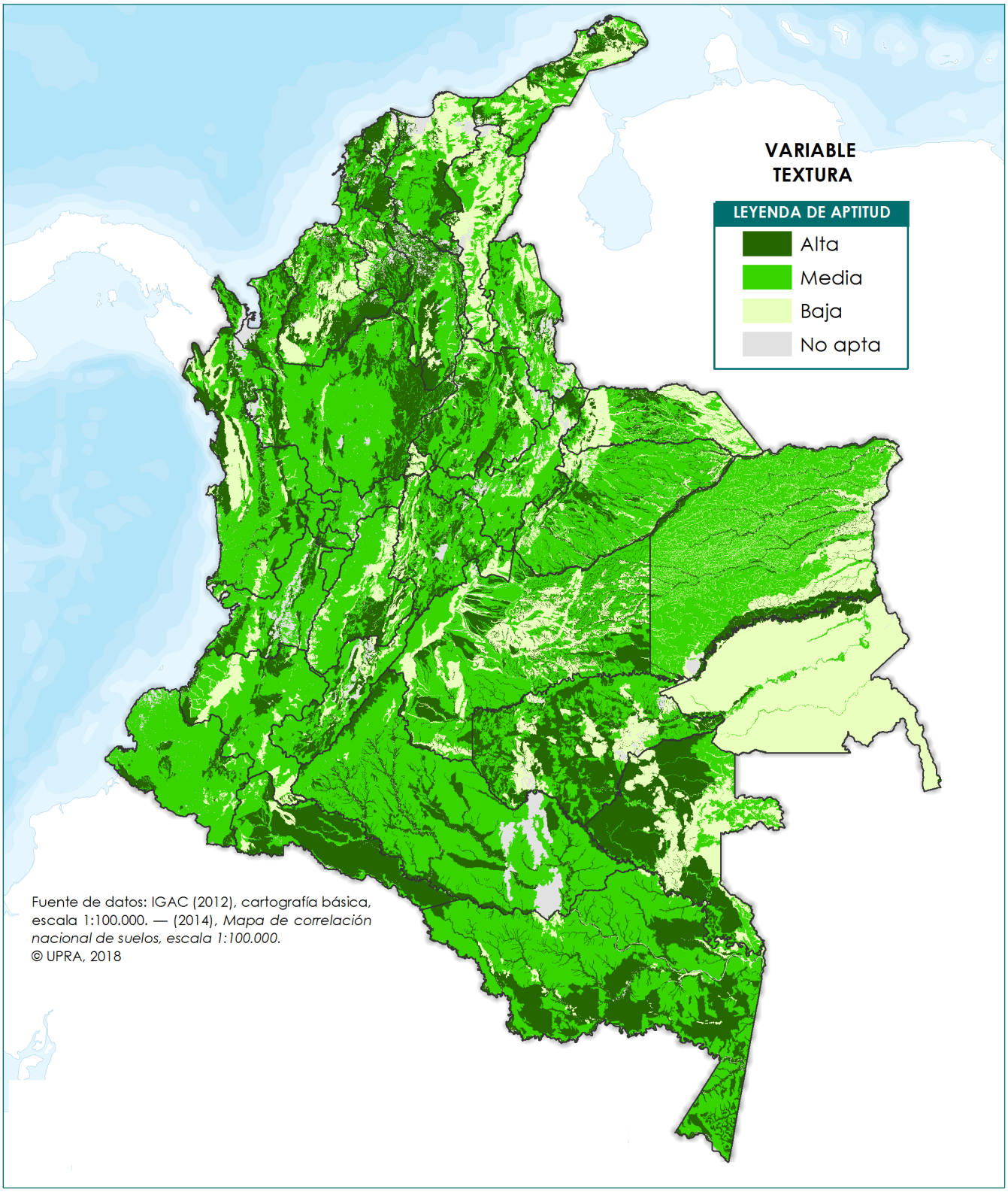
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- Montenegro, H. y Malagón, D. (1990). *Propiedades físicas de los suelos.* Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de humedad



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

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1.5 CRITERIO DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Drenaje natural, expresado como clase.
Susceptibilidad a inundaciones, expresada según la frecuencia de este evento.

Definición

Condición de aireación del suelo para el desarrollo adecuado de un cultivo, pues la presencia de oxígeno en la zona de raíces favorece o impide el desarrollo normal de las plantas y se relaciona en forma directa con la producción.

Importancia del criterio

Correlaciona las características de los suelos que influyen en el movimiento del agua del suelo. Además, el desarrollo del sistema de raíces y demás condiciones fisiológicas de las plantas se ve beneficiado al haber mayor superficie de exploración aeróbica.

Por otro lado, la tendencia de los terrenos planos a ser inundados y permanecer encharcados puede afectar el desarrollo normal de las plantas de caucho, más aún si se considera que la afectación es mayor cuando se tiene en cuenta el tiempo que dura. El cultivo de caucho es tolerante, pero a periodos muy cortos, de máximo cuatro a cinco días.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

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 caucho son: profundidad del nivel freático menor de 25 cm, drenaje natural muy pobre e inundaciones muy largas.

Los terrenos que son susceptibles a inundaciones periódicas y por periodos largos, también se consideran no aptos (N1) para el cultivo de caucho.

Limitantes de la evaluación del criterio

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones, y 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.

La falta de información de la periodicidad y duración de las inundaciones no permite precisión en la delimitación de las áreas no aptas para el cultivo. Solamente permite conocer si es o no inundable el polígono de suelos.

Valor de ponderación del criterio: 5,8 %

Metodología de evaluación

Las clases de aptitud de cada una de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de oxígeno se obtienen de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) y se da la calificación que se considera en cada una de las variables.

Para determinar la clase de aptitud en el criterio, se toman las dos variables (drenaje natural y susceptibilidad a inundaciones), se combinan sus rangos de aptitud y se toma la decisión de aptitud por el rango más limitante.

Por ejemplo: drenaje natural bueno = A1, inundaciones frecuentes con duración muy larga (30-90 días) = A3. En este caso en el árbol de decisión la variable más limitante es la clase por inundación muy larga de 30 a 90 días, aptitud A3; entonces la calificación final de aptitud es A3.

Es importante mencionar que en el caso de la variable inundaciones, su duración se definió mediante la combinación de las formas de terreno y la taxonomía de los suelos.

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

Árbol de decisión del criterio		
Drenaje natural	**Inundaciones*** (calificación por duración en número de días)	**Aptitud**
Bueno y excesivo	No hay	A1
	Corta (2-7 días)	A1
	Larga (7-30 días)	A2
	Muy larga (30-90 días)	N1
Moderado	No hay	N1
	Corta (2-7 días)	A2
	Larga (7-30 días)	A3
	Muy larga (30-90 días)	
Imperfecto y pobre	No hay	A1
	Corta (2-7 días)	A1
	Larga (7-30 días)	A3
	Muy larga (30-90 días)	
Muy pobre	No hay	N1
	Corta (2-7 días)	N1
	Larga (7-30 días)	N1
	Muy larga (30-90 días)	N1

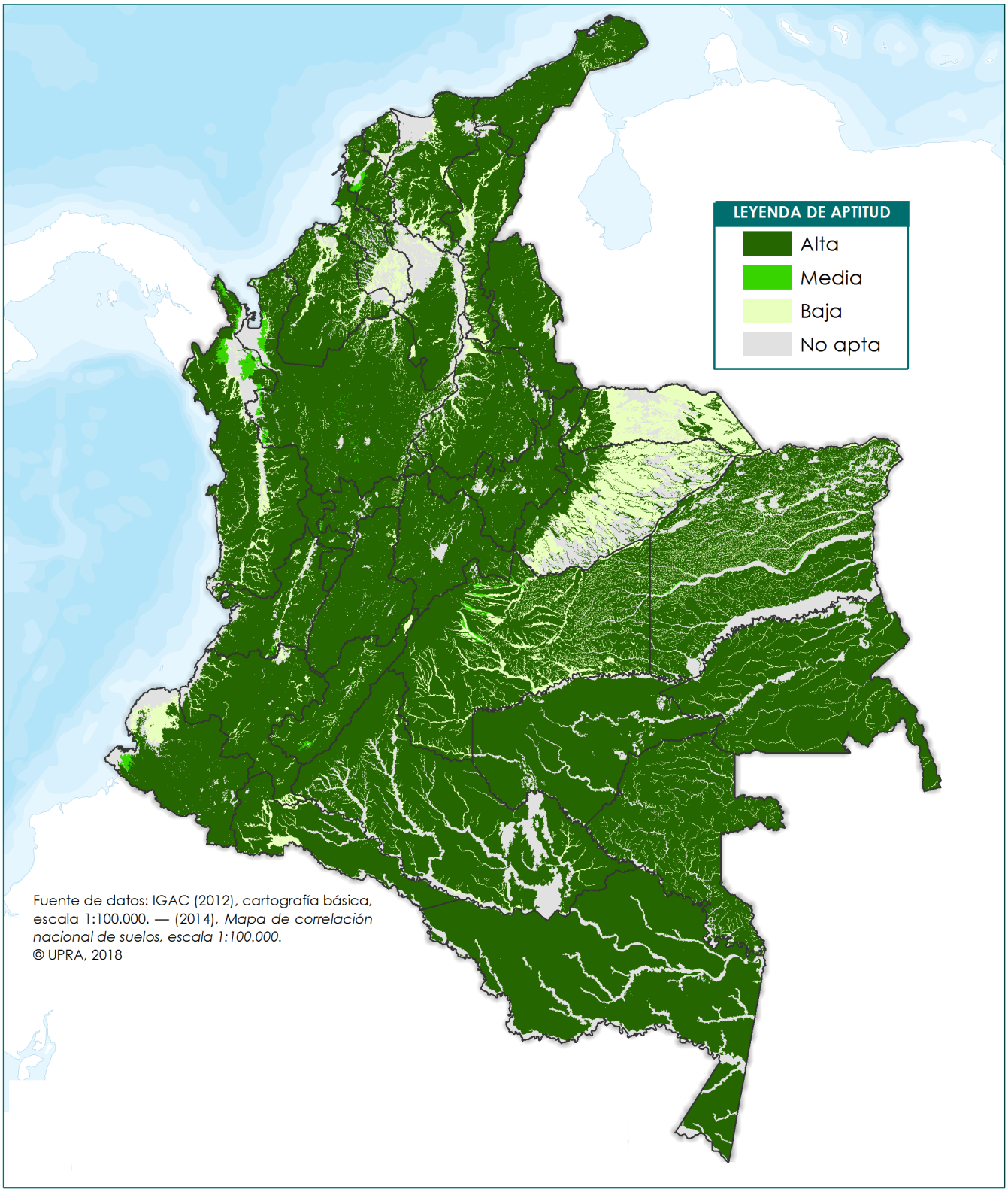
* Las inundaciones pueden ser: raras (una cada diez o más años), ocasional (una cada dos a cinco años), frecuente (una a dos por año) y muy frecuente (más de dos por año).

Fuentes de información

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

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de oxígeno



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

1.5.1 VARIABLE DRENAJE NATURAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
Variable: drenaje natural	**Unidad de medida:** adimensional	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Tiempo que el agua permanece en la superficie 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 los drenajes interno y externo del suelo, tiene en cuenta la relación entre pendiente, escorrentía e infiltración, las evidencias de procesos de óxido-reducción y colores gley y la profundidad a la cual aparece el nivel freático (Cortés y Malagón, 1984).

Las diferentes clases de drenaje natural son muy pobre, pobre, imperfecto, moderado, bueno (bien), moderadamente excesivo y excesivo. Depende de la pendiente, la forma de terreno y la permeabilidad. En el perfil del suelo se determina por presencia de colores grises, debido a la reducción química y por la fluctuación del nivel freático.

Importancia de la variable para el cultivo

El cultivo comercial de caucho no es tolerante a suelos pobremente drenados. Las condiciones de mal drenaje implican obras de adecuación de tierras que favorezcan el movimiento del agua de escorrentía y que drenen el exceso dentro del suelo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Para el cultivo de caucho se excluyen los suelos de drenaje natural muy pobre, porque no tienen oxígeno disponible para las plantas y permanecen saturados con agua la mayor parte del año.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos en los estudios generales representan asociaciones. Como se califica el componente de mayor representatividad, no se pueden representar espacialmente algunos sectores que pueden ser favorables o desfavorables para el establecimiento del cultivo de caucho.

Metodología de procesamiento de la información

La metodología utilizada para evaluar la variable parte 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 complementa mediante la interpretación de los nombres taxonómicos de los suelos presentes en las unidades cartográficas.



Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los drenajes naturales bien drenados y excesivamente drenados tienen aptitud alta (A1), pues no hay restricciones por disponibilidad de oxígeno; los drenajes naturales moderados tienen aptitud media (A2), porque requieren algunas obras de drenajes para optimizar el oxígeno disponible. Los drenajes naturales pobres e imperfectos tienen aptitud baja, les hace falta oxígeno disponible y, por ende, requieren obras de gran envergadura para realizar el drenaje. Los suelos con drenaje natural muy pobre se consideraron no aptos (N1), dada la susceptibilidad que tiene el caucho natural a esta condición del suelo.

Rangos de aptitud	
Drenaje natural	**Aptitud**
Bueno y excesivo	A1
Moderado	A2
Imperfecto y pobre	A3
Muy pobre	N1

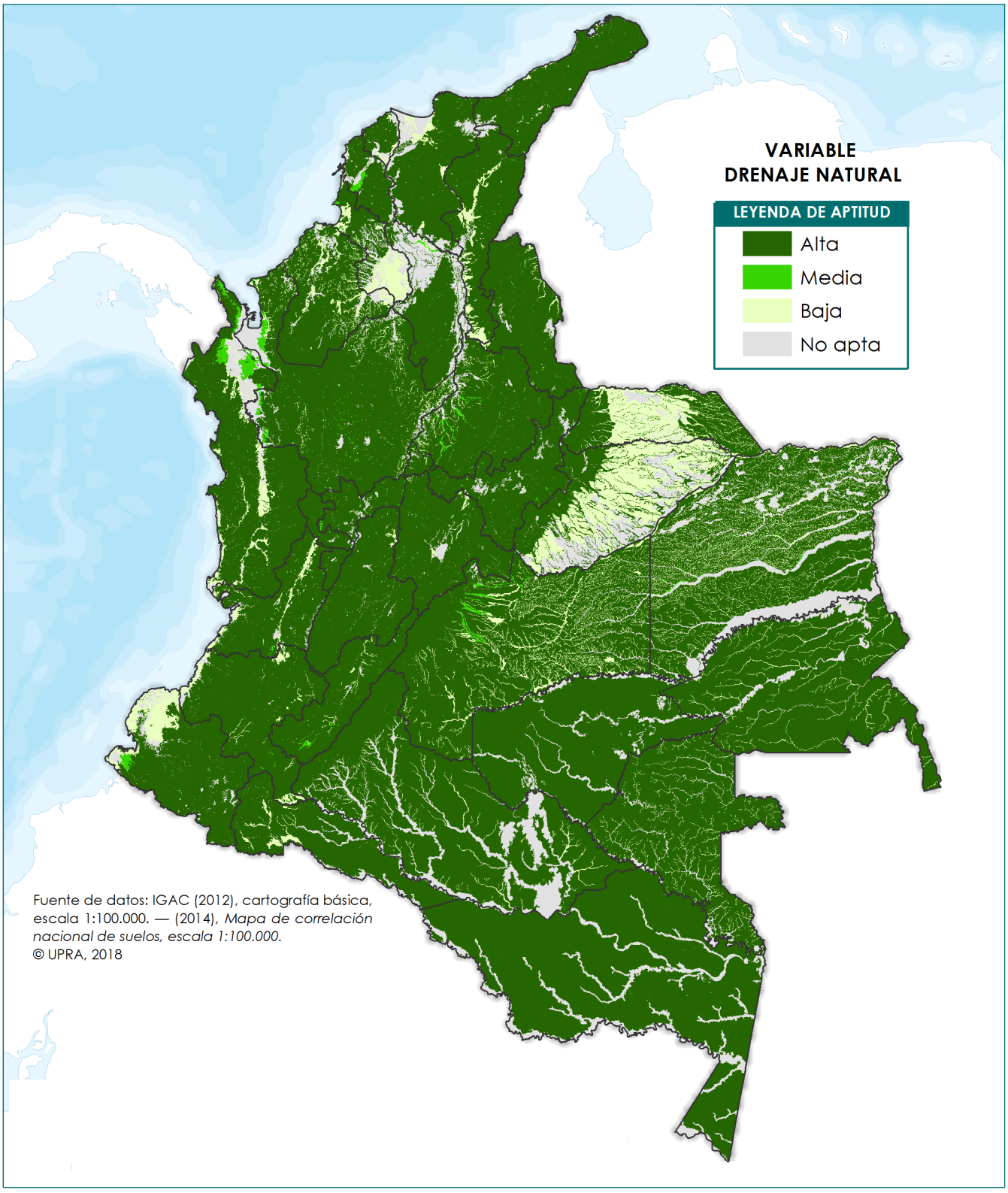
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

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

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de oxígeno



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

1.5.2 VARIABLE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO		
Variable: susceptibilidad a inundaciones	**Unidad de medida:** adimensional	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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 (bacines o cubetas) y en áreas depresionales de las partes altas (bajos o depresiones). El IGAC clasifica las inundaciones y encharcamientos de acuerdo con la frecuencia en que ocurren y la duración.

Importancia de la variable para el cultivo

Las inundaciones afectan el desarrollo vegetativo de la mayoría de las especies vegetales, aún más cuando duran largos periodos de tiempo.

La tolerancia a las inundaciones y a los encharcamientos depende de cada especie vegetal. El cultivo de caucho es tolerante a los encharcamientos e inundaciones por periodos cortos, por ser una especie árbol originaria del bosque húmedo tropical amazónico.

En la zonificación de aptitud paraplantaciones comerciales de caucho 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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Se excluyen las áreas que presentan o son susceptibles las inundaciones y a encharcamientos por periodos muy largos de tiempo (30-90 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 tanto, en la zonificación para el cultivo del caucho 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.

Metodología de procesamiento de la información

Se toman como base las fases por inundación y encharcamientos de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) y de la capa de inundaciones de conflictos de uso del territorio colombiano (IGAC et al., 2012).

Metodología de procesamiento de la información

Para la evaluación de esta variable se aborda la duración, en número de días, de las inundaciones o los encharcamientos. Después se complementa la base de datos con la presencia o no presencia de inundaciones y se procede a inferir el tiempo de duración con las variables de paisaje, drenaje natural e interpretación de los nombres taxonómicos.

Las inundaciones están definidas como: no hay, cortas (2-7 días), largas (7-30 días) y muy largas (30-90 días). Esta clasificación permite la decisión de los rangos de aptitud en la presente zonificación.

Igualmente, 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).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Las unidades cartográficas que no registran presencia de inundaciones tienen aptitud alta (A1), los terrenos con inundaciones cortas, aptitud media (A2), debido a que el caucho natural 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 de caucho (N1).

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

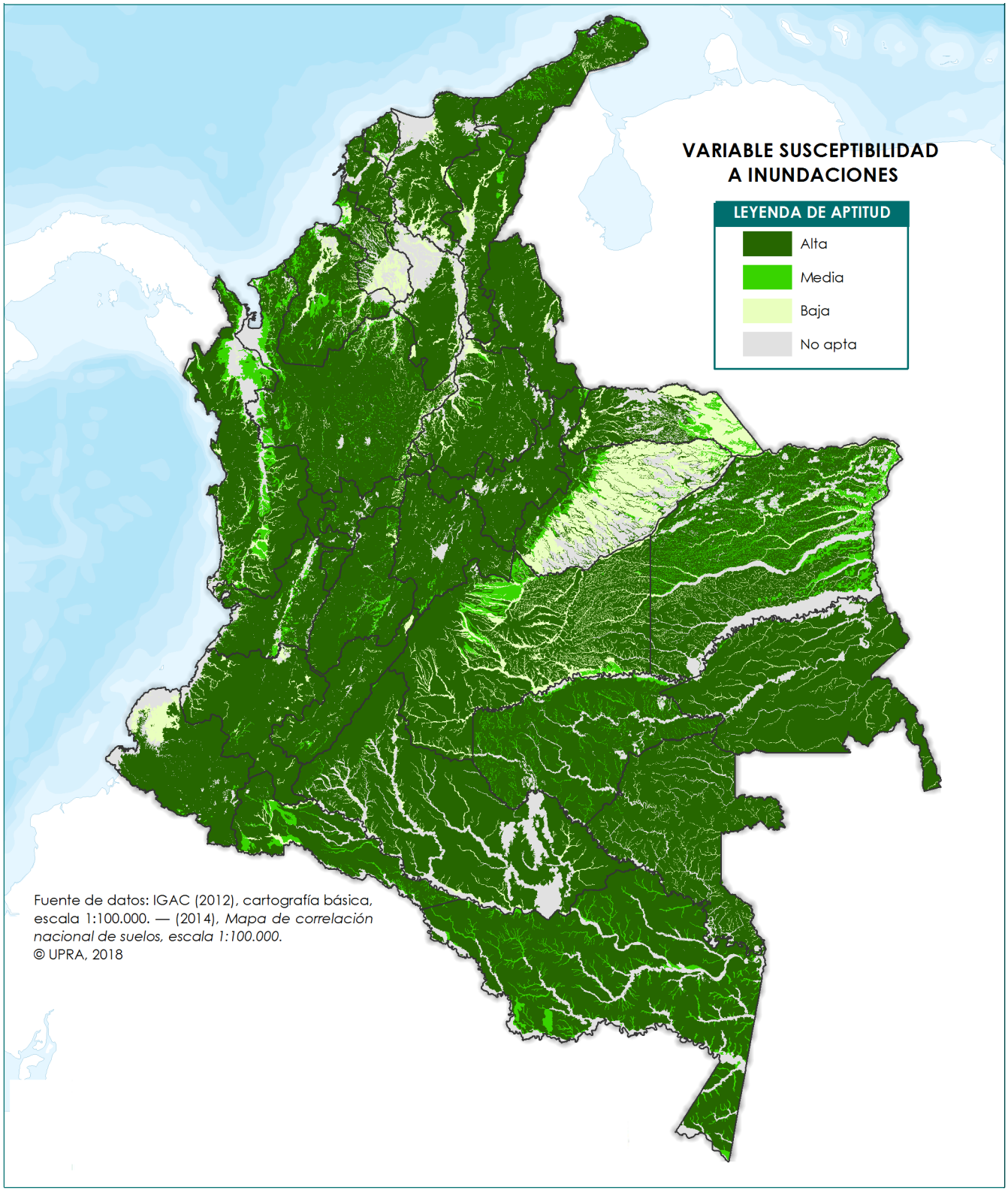
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

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

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de oxígeno



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

1.6. CRITERIO CONSERVACIÓN DE SUELOS

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CONSERVACIÓN DE SUELOS		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Pendiente, expresada en porcentaje (%).
Erosión actual, expresada como clase de erosión.
Susceptibilidad a los deslizamientos, expresada como grado de susceptibilidad.

Definición

Características que presenta el terreno de estar predispuesto a su degradación, en particular, a la pérdida de suelo por erosión.

Importancia del criterio

El criterio se relaciona con las propiedades intrínsecas del suelo que lo predisponen a ser degradado, a la pérdida de la superficie productiva, la disminución de la productividad del sitio y la generación de sedimentos que se alteran como consecuencia de la calidad de las aguas.

Para el establecimiento del cultivo de caucho se requiere que el grado de erosión sea inferior a ligera o moderada, porque la pérdida del suelo afecta la profundidad de enraizamiento y anclaje e influye en la extracción de nutrientes, que perjudica el establecimiento y crecimiento normal de los árboles.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

En el análisis de cada una de las variables que integran el criterio se concluye que los límites a partir de los cuales no es viable el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural son la pendiente > 75 %, y la erosión severa y muy severa.

Limitantes de la evaluación del criterio

La heterogeneidad de los componentes taxonómicos dentro de las unidades cartográficas de los suelos limita el conocimiento de la distribución espacial, en forma más precisa, del criterio de conservación de suelos.

Valor de ponderación del criterio: 3,1 %

Metodología de evaluación

Se hace una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se cuenta con información reciente, a escala 1:100.000, del área hidrográfica Magdalena-Cauca y de los mapas de erosión nacional, a escala 1:500.000, del IGAC (1998) y del Ideam (2001). En algunas zonas, se ajusta y mejora la resolución por medio de interpretación de imágenes de sensores remotos.

Para determinar la clase de aptitud en el criterio, se toman las variables pendiente, erosión actual y susceptibilidad a los deslizamientos, se combinan sus rangos de aptitud y se determina la aptitud por el rango más limitante; por ejemplo: pendiente < 12 % = A1; erosión moderada = A2; susceptibilidad a los 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 A3; entonces la calificación final de aptitud es A3.

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:

Pendiente (%)	Aptitud
Plana a moderadamente ondulada < 25 %	A1
Moderada a fuertemente quebrada 25-50 %	A2
Ligeramente escarpada 50-75 %	A3
Fuertemente escarpada > 75 %	N1

Erosión actual	Aptitud
Sin erosión o ligera	A1
Moderada	A2
Severa y muy severa	N1

Susceptibilidad a los deslizamientos	Aptitud
Baja y muy baja	A1
Media	A2
Alta y muy alta	A3

Árbol de decisión del criterio			
Pendiente (%)	**Erosión actual**	**Susceptibilidad a deslizamientos**	**Aptitud**
< 25	No hay o es ligera	Muy baja y baja	A1
		Media	
		Alta y muy alta	A2
	Moderada	Muy baja y baja	A1
		Media	A2
		Alta y muy alta	A2
	Severa y muy severa	Muy baja y baja	N1
		Media	
		Alta y muy alta	
25-50	No hay o es ligera	Muy baja y baja	A1
		Media	A2
		Alta y muy alta	A3
	Moderada	Muy baja y baja	A2
		Media	
		Alta y muy alta	A3
	Severa y muy severa	Muy baja y baja	N1
		Media	
		Alta y muy alta	

Rangos para la asignación de valores de aptitud

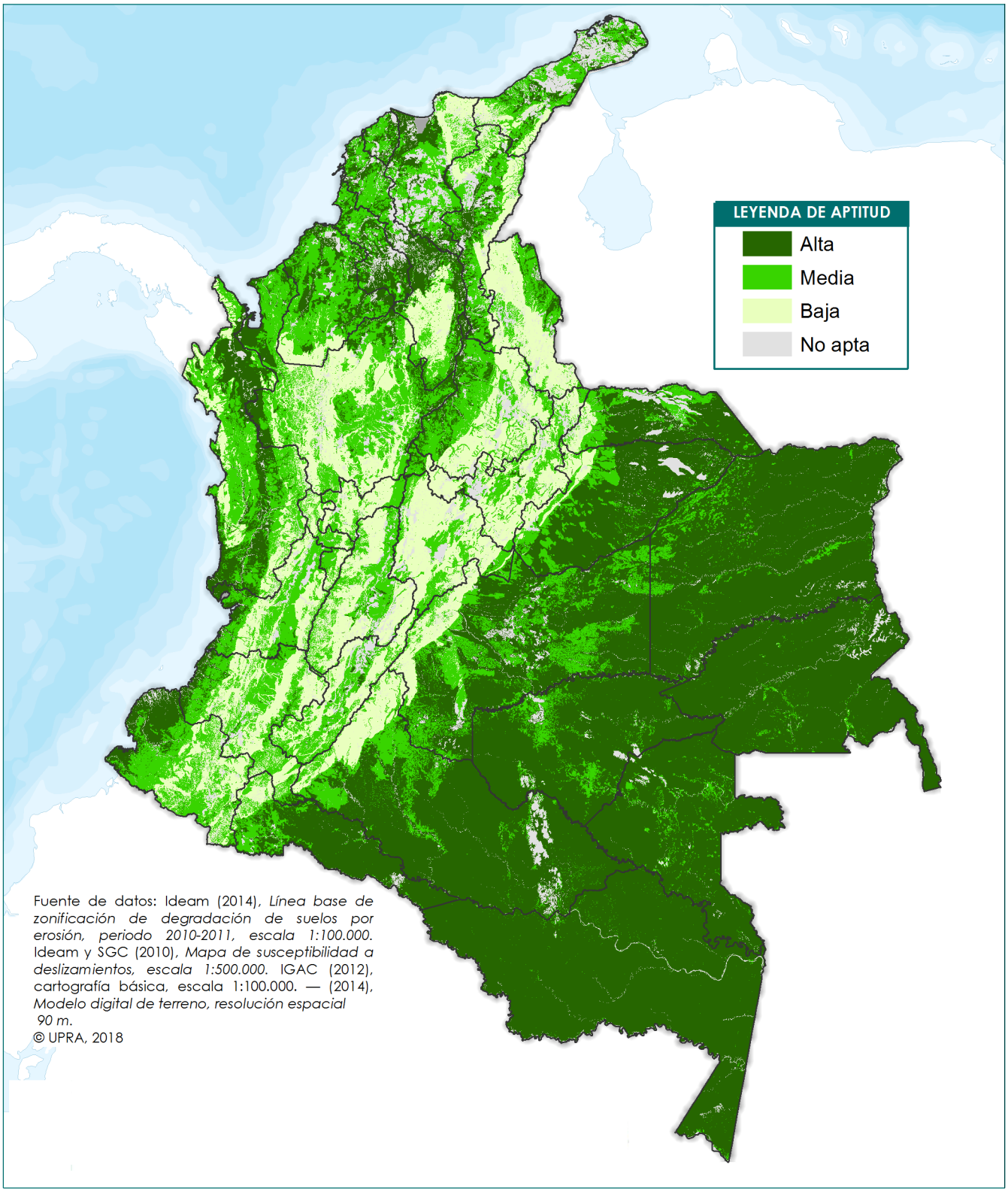
Árbol de decisión del criterio			
Pendiente (%)	**Erosión actual**	**Susceptibilidad a deslizamientos**	**Aptitud**
50-75	No hay o es ligera	Muy baja y baja	A2
		Media	A3
		Alta y muy alta	
	Moderada	Muy baja y baja	A3
		Media	
		Alta y muy alta	
	Severa y muy severa	Muy baja y baja	N1
		Media	
		Alta y muy alta	
> 75	No hay o es ligera	Muy baja y baja	A1
		Media	N1
		Alta y muy alta	
	Moderada	Muy baja y baja	N1
		Media	
		Alta y muy alta	
	Severa y muy severa	Muy baja y baja	N1
		Media	
		Alta y muy alta	

Fuentes de información

- Ideam. (2001). *Mapa de degradación de tierras por erosión.* Documento inédito.
- —. (2014e). *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.*
- —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2014b). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.*
- IGAC y SGC. (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.*
- USDA. (1961) *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210.* EUA: Soil Conservation Service USDA. Recuperado de < https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>
- 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 del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio conservación de suelos



Fuente de datos: Ideam (2014), *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000.* Ideam y SGC (2010), *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.*

© UPRA, 2018

1.6.1. VARIABLE PENDIENTE

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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; en términos trigonométricos, corresponde a la tangente del ángulo formado entre el declive y su correspondiente horizontal.

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 manejó de acuerdo con los rangos adoptados por el IGAC (2010):

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

La pendiente es una variable determinante en la toma de decisiones para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural. Este cultivo es agroforestal, por lo que se puede sembrar en pendientes de hasta el 25 %, sin que se afecten las labores para su manejo. 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.

De acuerdo con lo anterior es muy importante tener en cuenta esta variable en la zonificación de aptitud, para evitar movimientos en masa y pérdida de suelo, donde las pendientes son escarpadas.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Las pendientes mayores de 75 % se excluyen (N1) para el cultivo comercial de caucho natural, debido a que esta pendiente, por capacidad de uso, pertenece a la clase VIII. Su uso principal es la conservación.

Limitantes de la evaluación la variable

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 representa mayor aproximación a la realidad del terreno, en particular, en pendientes superiores al 50 %.

Metodología de procesamiento de la información

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Esta variable presenta los siguientes rangos de aptitud

Clase de pendiente (%)	Aptitud
< 25	A1
25-50	A2
50-75	A3
> 75	N1

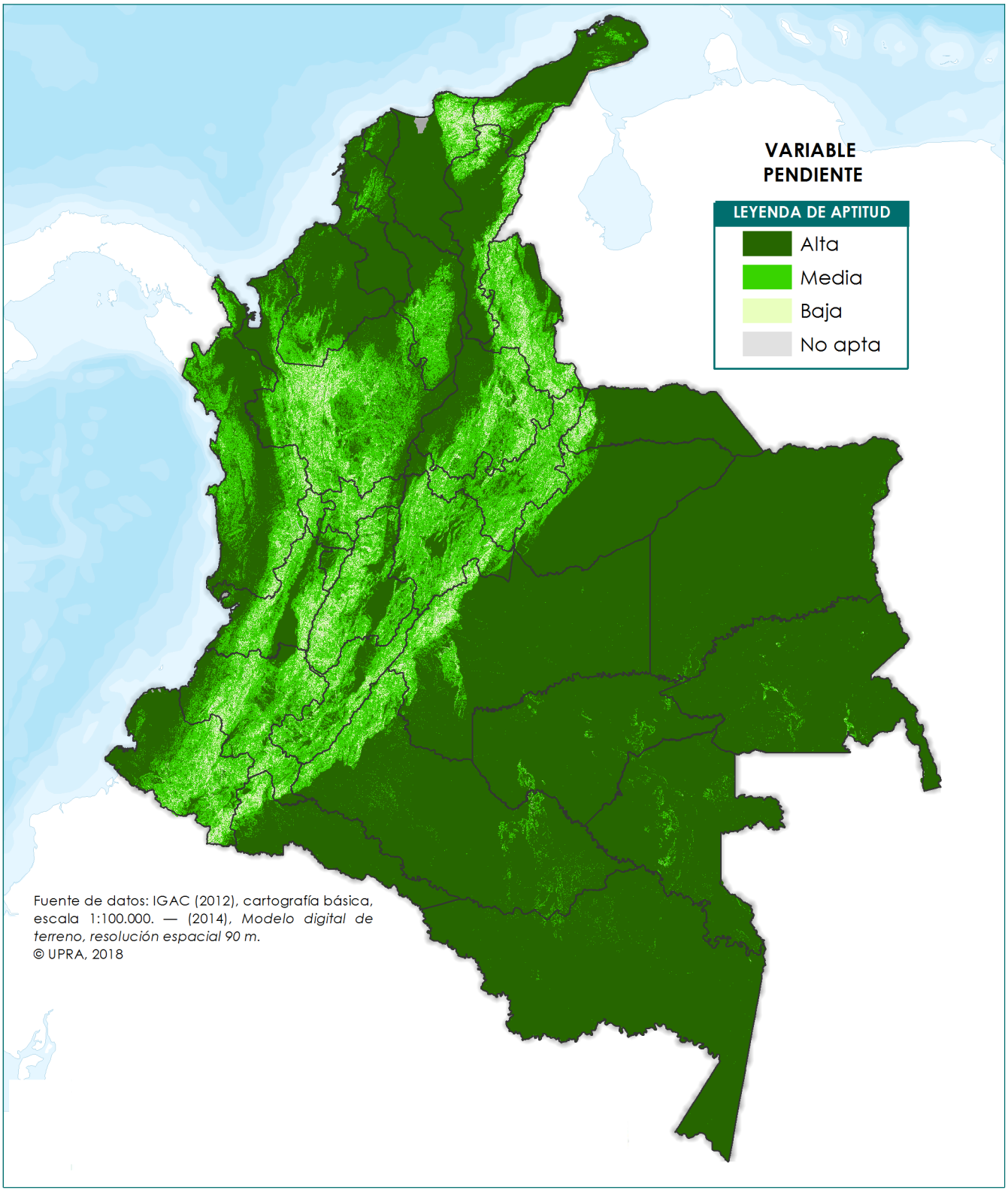
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2014b). *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

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio conservación de suelos



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.*

© UPRA, 2018

1.6.2. VARIABLE EROSIÓN ACTUAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CONSERVACIÓN DE SUELOS		
Variable: erosión actual	**Unidad de medida:** adimensional	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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 por medio de la acción del agua en movimiento y el viento. Los grados de erosión reflejan la intensidad actual y la afectación en la superficie por este proceso.

Grados de erosión	
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

La erosión de suelos se traduce en pérdida de superficie productiva, disminución de la productividad del sitio y generación de sedimentos que, como consecuencia, alteran la calidad de las aguas. Para el establecimiento del cultivo comercial de caucho se requiere que el grado de erosión sea inferior a ligero o moderado, porque la pérdida del suelo afecta la profundidad efectiva y el anclaje, también influye en la disponibilidad de nutrientes, que afecta el desarrollo de las plantaciones comerciales de caucho natural.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

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.

Limitantes de la evaluación de la variable

Hasta el 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 a escala 1:500.000 del IGAC (1998) y del Ideam (2001). La zona de La Guajira requirió ajustes por interpretación con imágenes de sensores remotos.

Metodología de procesamiento de la información

El proceso metodológico para la evaluación de esta variable consiste en la revisión de los requerimientos del cultivo comercial de caucho, en cuanto a estado de los suelos por erosión, la susceptibilidad para degradación y la conservación de los suelos.

Se realiza también una revisión de información sobre mapas de erosión del país y se cuenta con información reciente, a escala 1:100.000, del área hidrográfica Magdalena-Cauca y de los mapas de erosión nacional, a escala 1:500.000 del IGAC (1998) y del Ideam (2001). En algunas zonas, se ajusta y mejora la resolución por medio de interpretación de imágenes de sensores remotos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los grados de erosión ligera y sin erosión se calificaron con aptitud alta (A1); erosión moderada, con aptitud media (A2); y las erosiones severa y muy severa se definieron como no aptas (N1). Se tuvo como hipótesis que las plantaciones comerciales de caucho natural, por ser agroforestales, favorecen la conservación de los suelos.

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

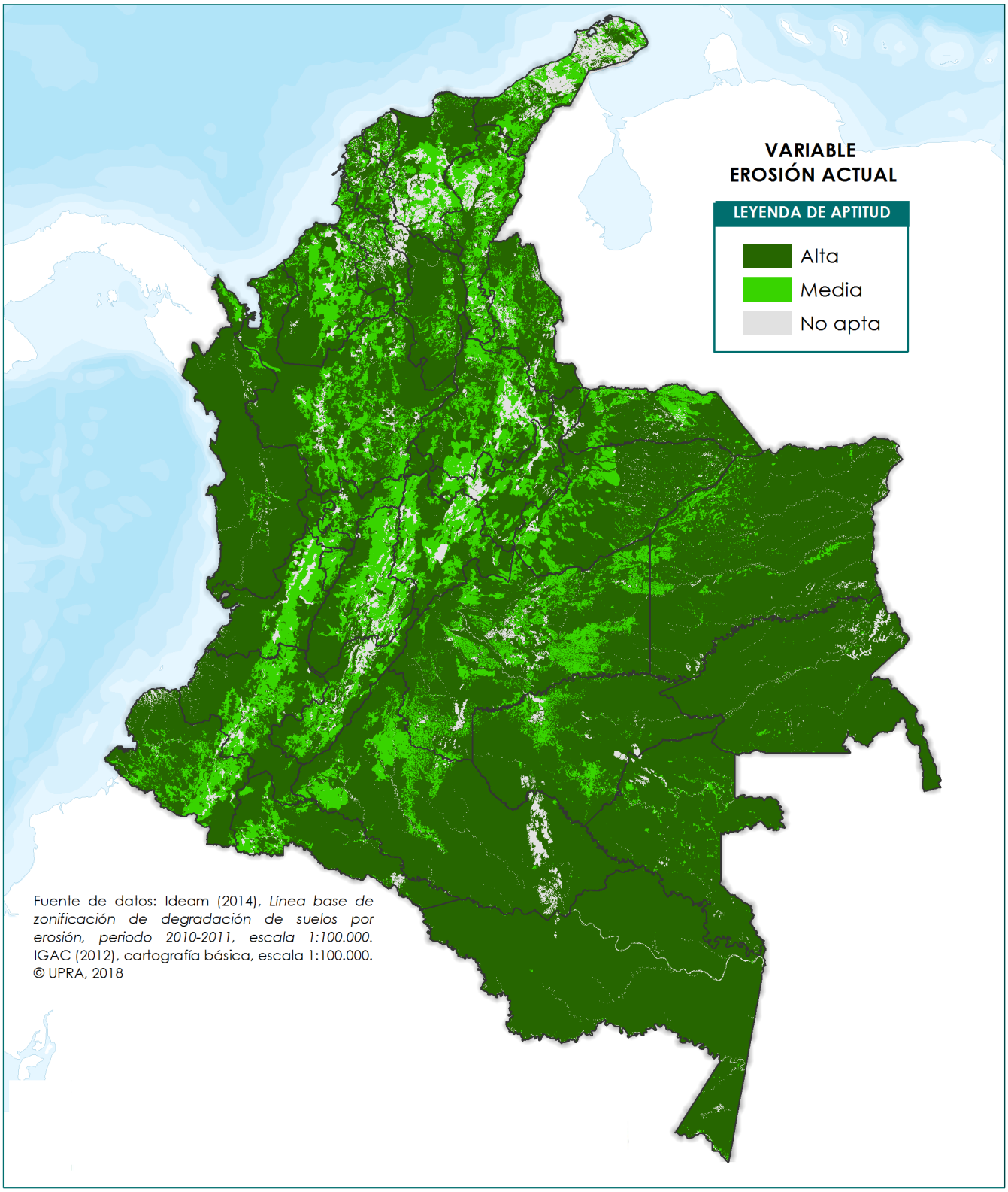
Unidad de análisis	Unidades de degradación de suelos por erosión.

Fuentes de información

- Ideam. (2014e). *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- IGAC. (1998). *Mapa de erosión de Colombia, escala 1:500.000.*
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210.* EUA: Soil Conservation Service USDA. Recuperado de < https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio conservación de suelos



Fuente de datos: Ideam (2014), *Línea base de zonificación de degradación de suelos por erosión, periodo 2010-2011, escala 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2018

1.6.3. VARIABLE SUSCEPTIBILIDAD A DESLIZAMIENTOS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: CONSERVACIÓN DE SUELOS		
Variable: susceptibilidad a deslizamientos	**Unidad de medida:** adimensional	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Probabilidad de ocurrencia de procesos de movimientos en masa en el terreno. Los deslizamientos son movimientos fuertes de suelo o roca respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de roturas netas, al superar estas la resistencia al corte de estas superficies.

Las masas generalmente se desplazan en conjunto y se comportan como una unidad en su recorrido. 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 de plantaciones comerciales de caucho natural.

Importancia de la variable para el cultivo

La variable debe ser considerada dentro de la zonificación del cultivo de caucho por ser un riesgo presente en un área determinada que puede o no ocurrir durante la época del establecimiento y desarrollo del mismo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Por ser una variable de probabilidad, no se tiene en cuenta rango de exclusión (N1).

Limitantes de la evaluación de la variable

La escala de la fuente de información es 1:500.000.

Metodología de procesamiento de la información

El mapa de susceptibilidad a deslizamientos fue generado por el Ideam e Ingeominas (hoy Servicio Geológico Colombiano) a partir de un modelo que involucra variables de pendiente, material geológico, tectónica, suelos y cobertura vegetal.

El modelo utilizó, en general, información a escala 1:500.000 y, para efectos del proyecto, se usa conforme su origen, es decir, sin modificación.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Susceptibilidad a deslizamientos	Aptitud
Baja y muy baja	A1
Media	A2
Alta y muy alta	A3

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

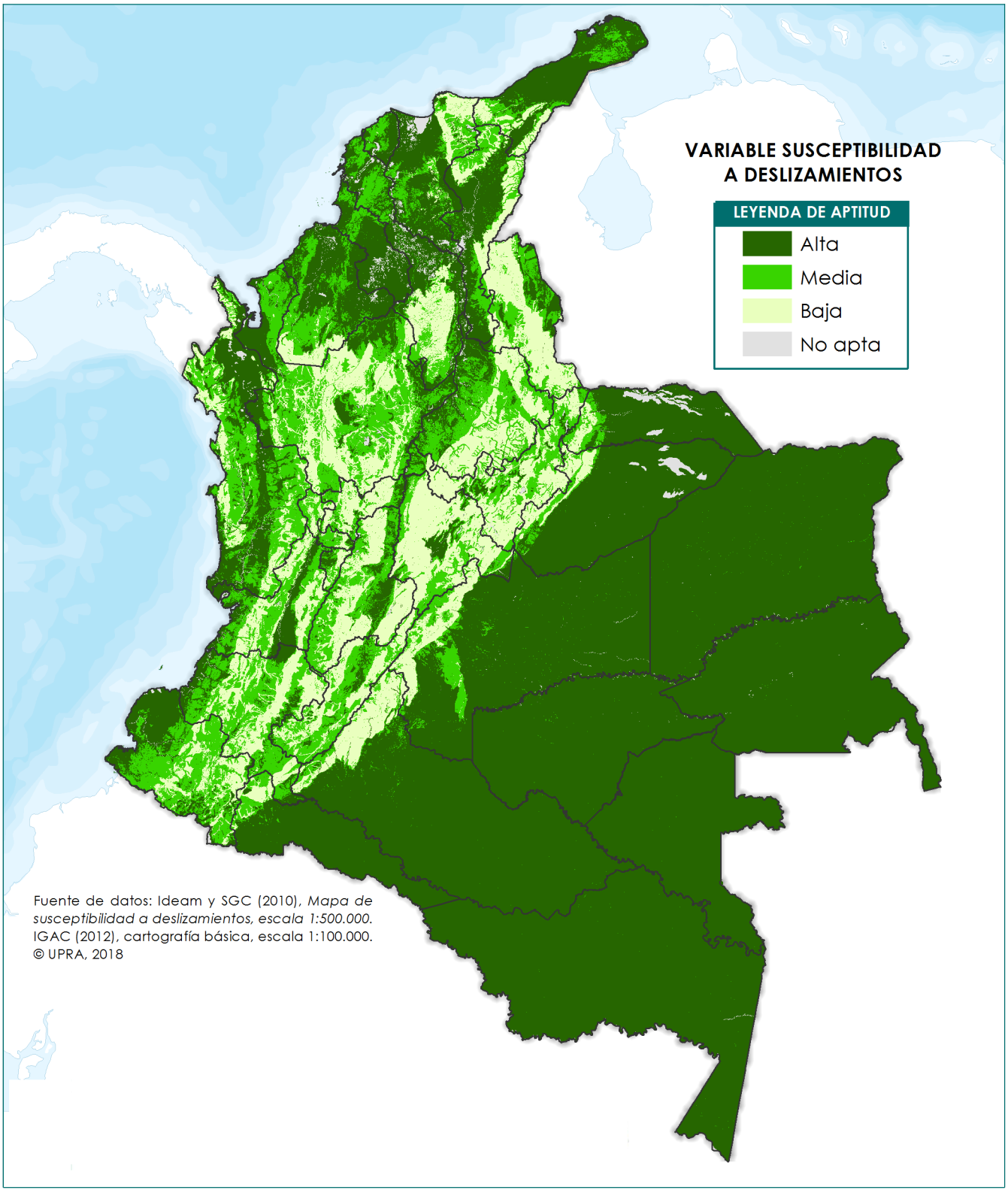
Fuentes de información

- Ayala, F. (1987). *Manual de taludes.* Serie Geotecnia. Madrid: IGME.IGAC.
- Ideam y SGC (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.*
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología aplicada a los levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras.* (2.a ed.). Bogotá: IGAC.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio conservación de suelos



upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1.7. CRITERIO TOXICIDAD POR SALES Y ALUMINIO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES Y ALUMINIO		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Salinidad, evaluada mediante la conductividad eléctrica (CE), expresada en dS/m.
Saturación de aluminio, expresada en porcentaje (%).

Definición

Cuando los elementos 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 elementos como Fe, Mn, Cl, Zn y Ni, las sales (cloruros, sulfatos, bicarbonatos, carbonatos, nitratos), la saturación del catión sodio y la saturación de aluminio.

En el ámbito de los suelos colombianos, tiene gran importancia en suelos ácidos de clima húmedo la presencia de altas saturaciones de aluminio y, en suelos básicos, generalmente de climas secos, las altas concentraciones de sales y de sodio.

Importancia del criterio

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.

El aluminio (Al) es uno de los elementos que se encuentran en mayor concentración en el suelo, pero su disponibilidad para las plantas está por lo general en bajas concentraciones, salvo en suelos ácidos. En plantas susceptibles, se reduce el crecimiento de las raíces y tallos, inhibe la división celular, causa deficiencias de fósforo, impide la absorción del calcio, magnesio y potasio y las hojas pueden tomar un color púrpura (similar a la producida por deficiencia de fósforo, pues afecta el metabolismo del fosfato).

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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

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 caucho son los suelos con conductividades eléctricas > 4,0 y saturaciones de aluminio mayores de 90 %.

Limitantes de la evaluación del criterio

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

En cuanto a los contenidos de sales, la base geopedológica presenta una limitación: no presenta los valores en todos los casos, sino que se refiere a la presencia o no presencia.

Valor de ponderación del criterio: 1,5 %

Metodología de evaluación

Las clases de aptitud de cada variable se extraen de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013). De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos de Fedecaucho surge la calificación que técnicamente se considera en cada variable, así: aptitud alta (A1), los suelos no salinos y con saturación de aluminio menor del 30 %; aptitud media (A2), saturación de aluminio entre 30 % y 60 %; aptitud marginal (A3), suelos entre 60 % y 90 % de saturación de aluminio; y suelos no aptos, aquellos salinos y con saturación de alumnio mayor de 90 %.

Salinidad	Aptitud
Suelo no salino	A1
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 es la limitación que cada variable representa en el desarrollo ideal del cultivo. Se tomó la decisión por el rango más limitante, porque reduce las posibilidades de un adecuado desarrollo de las plantas y buenos índices de producción de látex. Por ejemplo: Suelo no salino = A1 y saturación de aluminio 30-60 % = A2 dan como resultado aptitud moderada (A2), porque la mayor limitación la da la presencia de aluminio.

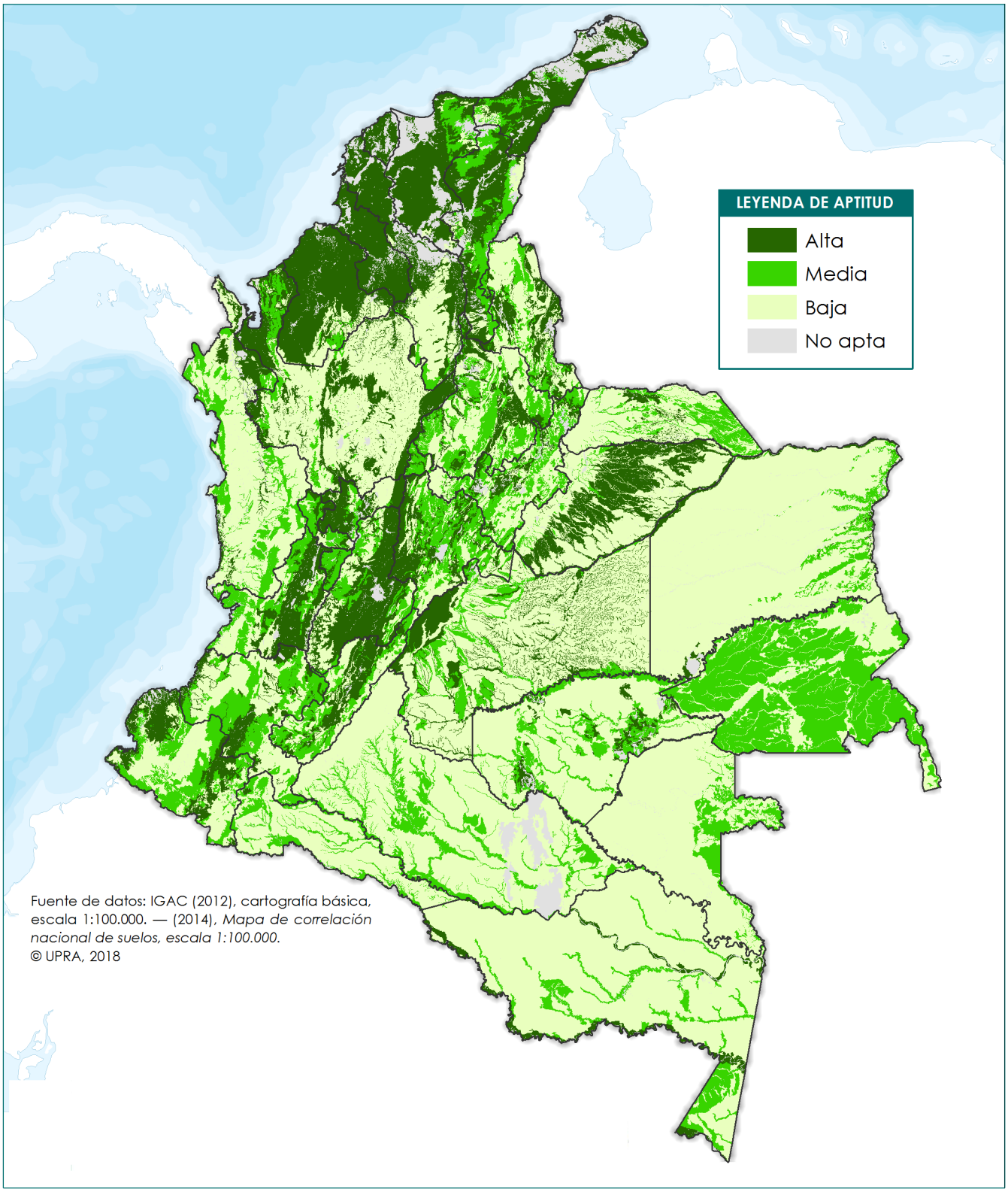
Árbol de decisión del criterio		
Saturación de aluminio (%)	**Salinidad**	**Aptitud**
0-30	Suelo no salino	A1
30-60		A2
60-90		A3
> 90		N1
Cualquiera	Suelo salino	N1

Fuentes de información

- Ideam. (2001). *Mapa de degradación de tierras por erosión.* Documento inédito.
- —. (2014e). *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.*
- —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos).* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2014b). *Modelo digital de terreno, resolución espacial 90 m.*
- IGAC y SGC. (2010). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos, escala 1:500.000.*
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook 210.* EUA: Soil Conservation Service USDA. Recuperado de < https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>
- 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 del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio toxicidad de suelos



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

1.7.1 VARIABLE SALINIDAD

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES Y ALUMINIO		
Variable: salinidad	**Unidad de medida:** dS/m	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Contenido de sales solubles intercambiables 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. También como cantidad de aniones en la fracción de cambio.

La salinidad y sodicidad pueden presentarse en forma natural o adquirida. En forma natural se asocia con fenómenos climático de aridez y con los materiales de origen ricos en sales, como sucede con algunas rocas sedimentarias y con los ascensos del nivel freático, el cual deja en la parte superficial del suelo altos contenidos de sales o 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.

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).

Importancia de la variable para el cultivo

La salinidad es una variable importante en la zonificación del cultivo comercial de caucho, debido a que algunos sectores del país con aptitud para el cultivo de caucho se localizan en regiones donde se requiere de riego complementario, requerimiento que hace que el suelo sea susceptible a la salinización. Además, es importante por los siguientes efectos en el desarrollo de las plantas:

- influye en los valores del pH y, por tanto, afecta la disponibilidad de nutrientes;
- afecta el ritmo de absorción de los iones potasio (K^+), Nitrato (NO_3), 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;
- no hay división y crecimiento celular y, por tanto, las plantas crecen menos.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Se consideró que unidades de tierra con presencia de conductividades eléctricas > 4 dS/m no son aptos (N1) para el establecimiento de cultivo de caucho, debido a que se compromete el establecimiento y desarrollo de las plantaciones comerciales de caucho natural.

Limitantes de la evaluación de la variable

La principal dificultad para evaluar esta variable es la falta de información, en los estudios generales de suelos escala 1:100.000 solamente aparece presencia o no de sales. La presencia de sales no se encuentra 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, en costras negras, debido a la dispersión de la materia orgánica). Estas características dificultan la toma de información por parte de los edafólogos en el campo para realizar su respectivo mapeo.

Metodología de procesamiento de la información

Los suelos salinos o no salinos se obtienen 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 eléctricas < 4,0 dS/m para suelos normales o no salinos.

La calificación de salino o no salino se le da al mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tienen información se infieren, correlacionando otras variables como clima y la mnemotecnia que ofrecen los nombres taxonómicos. Los límites de variación se construyen a partir de la tabla de fertilidad de la metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales (IGAC, 2014c).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

De acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos de Fedecaucho y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1), los suelos con conductividades eléctricas < 2 dS/m; se excluyeron a los suelos salinos, > 4 dS/m, como no aptos (N1), por presentar restricciones severas en el desarrollo del cultivo comercial de caucho natural.

La presencia de salinidad en la capa de pedología se calificó como salino, los demás como no salinos; las unidades sin información de salinidad se calificaron interpretando la taxonomía de los suelos.

Rangos de aptitud	
Salinidad (CE) dS/m	**Aptitud**
No salino	A1
Salino	N1

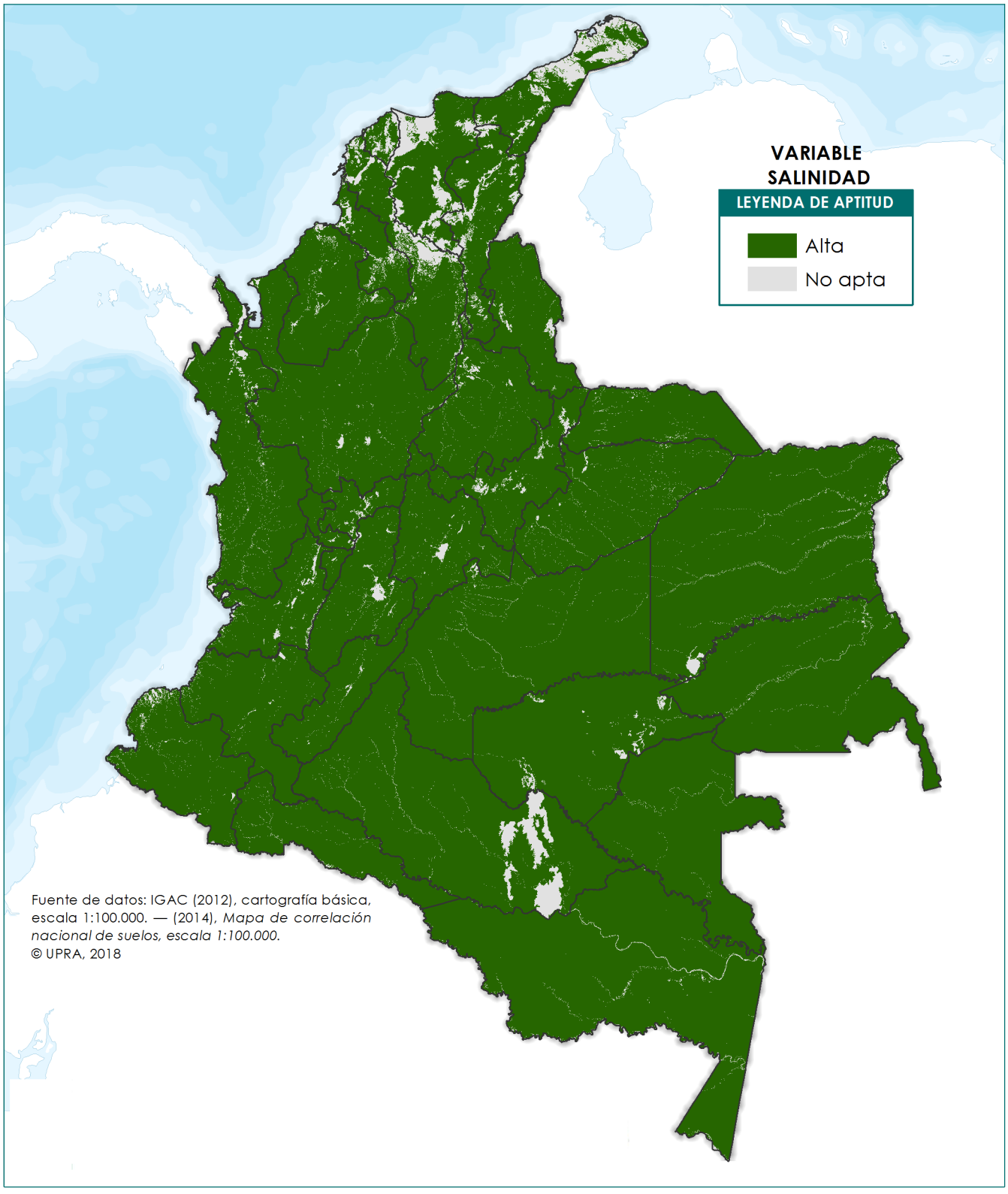
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

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

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio toxicidad de suelos



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

1.7.2. VARIABLE SATURACIÓN DE ALUMINIO

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: TOXICIDAD POR SALES Y ALUMINIO		
Variable: saturación de aluminio	**Unidad de medida:** porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Relación porcentual entre el aluminio del complejo de cambio y la acidez total. La saturación de aluminio del suelo hace referencia a la acidez debida al ion aluminio (Al^{+++}), 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 del calcio, magnesio y potasio (Cortés y Malagón, 1984).

Se ha establecido que, cuando se encuentra menos de 1 ppm de Al^{+++} en la solución del suelo, la saturación es menor de 60 % y no hay efecto tóxico en las plantas de tolerancia moderada a Al. Cuando es mayor de 60 %, la concentración de Al en la solución del suelo aumenta rápidamente (Cortés y Malagón, 1984).

Importancia de la variable para el cultivo

La saturación de aluminio se tiene en cuenta en la zonificación del cultivo de caucho, 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 cual afecta la productividad del cultivo comercial de caucho. Los excesos de aluminio disminuyen la disponibilidad del fósforo.

Para poder utilizar suelos con altos niveles de Al^{+++} intercambiable es necesario aplicar altas dosis de cal, para elevar el pH a niveles no tóxicos, o utilizar variedades de plantas que sean tolerantes a la acidez (Cortés y Malagón, 1984).

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Todas las unidades cartográficas con más del 90 % de saturación de aluminio se calificaron como no aptas (N1) para el cultivo comercial de caucho, debido a que los contenidos de aluminio en la solución del suelo son muy altos y es muy costosa la adecuación de estas áreas.

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 contenidos de aluminio diferentes al componente calificado, los cuales pueden o no ser restrictivos para el cultivo.

Metodología de procesamiento de la información

La calificación de aptitud de los diferentes contenidos de aluminio (Al^{+3}) se obtiene a partir de la base de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013).

Los rangos se obtienen de la metodología de clasificación de las tierras por su capacidad de uso, que corresponden a contenidos bajos de aluminio (< 30 %), medios (30-60 %), altos (60-90 %) y muy altos (suelos con contenidos mayores de 90 %).

La calificación para obtener estos rangos se hace a partir del mayor componente taxonómico dentro de la unidad cartográfica de suelos. Las unidades cartográficas que no tienen información se infieren, correlacionando otras variables como pH, el clima y la interpretación de los nombres taxonómicos.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Con base en las diferentes consultas con gremios, productores y reportes técnicos de Fedecaucho y Minagricultura, se determinaron como tierras con aptitud alta (A1) los suelos con saturación de aluminio menor de 30 % (A1), con aptitud moderada (A2), entre 30-60 %, y con aptitud baja (A3), saturaciones de aluminio entre 60 % y 90 %. Se excluyeron las saturaciones de aluminio muy alta con valores mayores a 90 %, así:

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

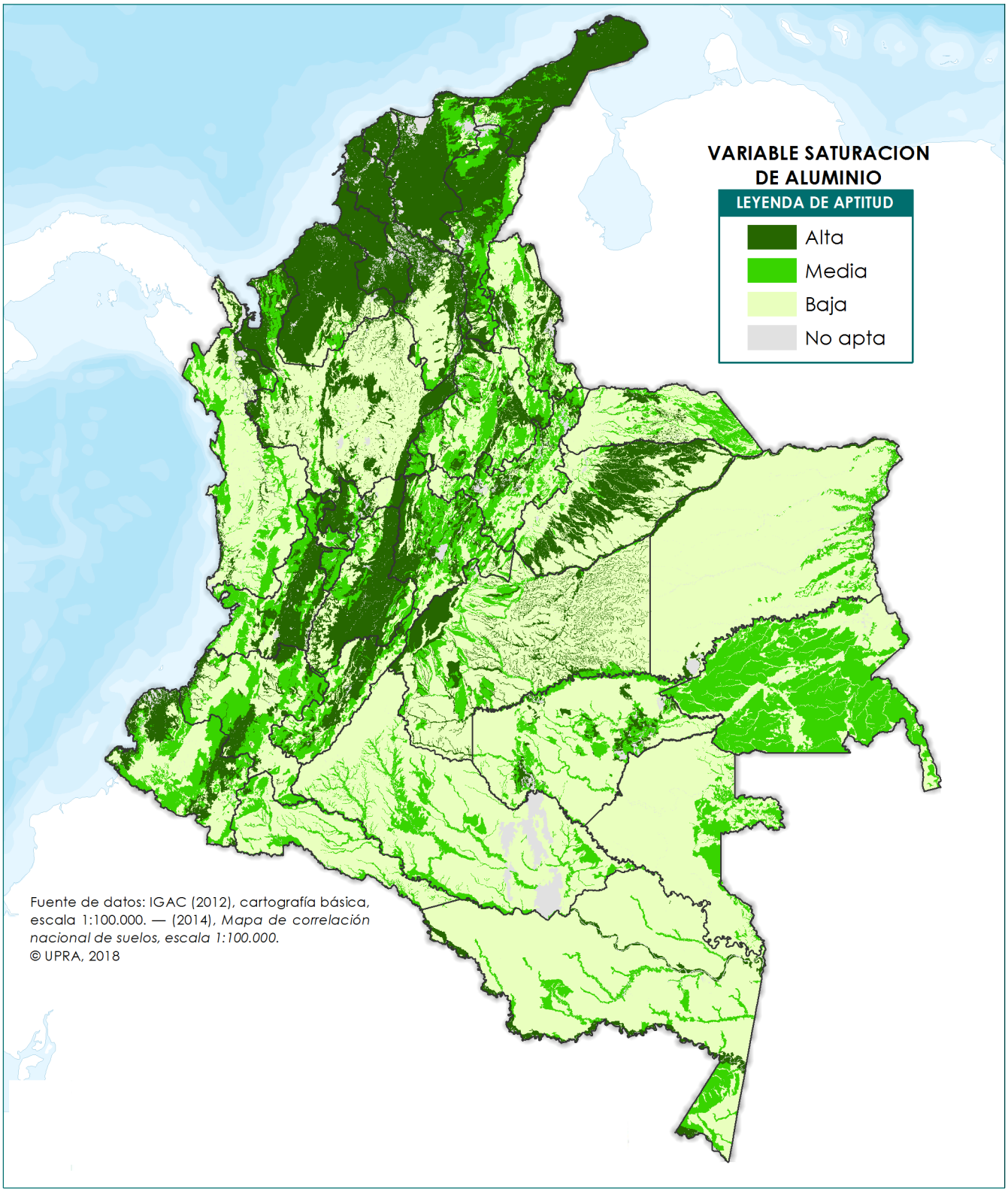
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

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

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio toxicidad de suelos



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

1.8 CRITERIO DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: edáfico		
CRITERIO ASOCIADO: DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

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

Definición

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 del cultivo de caucho y su producción de látex.

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

Importancia del criterio

En la medida que el recurso suelo tenga mayor contenido y oferta de nutrientes, es decir, que la saturación de bases sea alta y esté acompañada de capacidad de intercambio catiónico alta y de acidez adecuada, 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 del cultivo de caucho.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Las áreas cuyo pH sea menor a 4,0 y mayores a 7,8 no se consideran aptas, pues esto afecta la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Limitantes de la evaluación del criterio

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, a escala 1:100.000, son asociaciones en que a 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.

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 y la capacidad de intercambio catiónico, y el pH como factor que determina la disponibilidad de cada uno de los elementos.

Valor de ponderación del criterio: 2,0 %

Metodología de evaluación

Las clases de aptitud de las variables involucradas en el criterio de disponibilidad de nutrientes se obtienen de la capa de geopedología unificada del territorio colombiano (IGAC, 2013) y se da la calificación que se considera en cada una de las variables:

Acidez (pH)	Aptitud
5,6-6,5	A1
6,6-7,8	A2
4,0-5,5	A3
< 4,0 y > 7,8	N1

Saturación de bases (%)	Aptitud
> 50	A1
25-50	A2
< 25	A3

CIC (cmol/kg de suelo)	Aptitud
> 20	A1
10-20	A2
< 10	A3

Carbono orgánico (%)	Aptitud
> 2	A1
1-2	A2
< 1	A3

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Los rangos de aptitud de cada una de las variables están dados de acuerdo con diferentes consultas con gremios, productores y literatura asociada al cultivo.

Para discriminar los diferentes niveles de aptitud, se construyó un cuadro 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 y CIC, 30 % cada una; saturación de bases y carbono orgánico, 20 % cada una).

Árbol de decisión del criterio				
Acidez (pH)	CIC (cmol/kg de suelo)	Saturación de bases (%)	Carbono orgánico (%)	Aptitud
5,6-6,5	> 50	> 20	> 2	A1
			1-2	A2
			< 1	A3
		10-20	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3

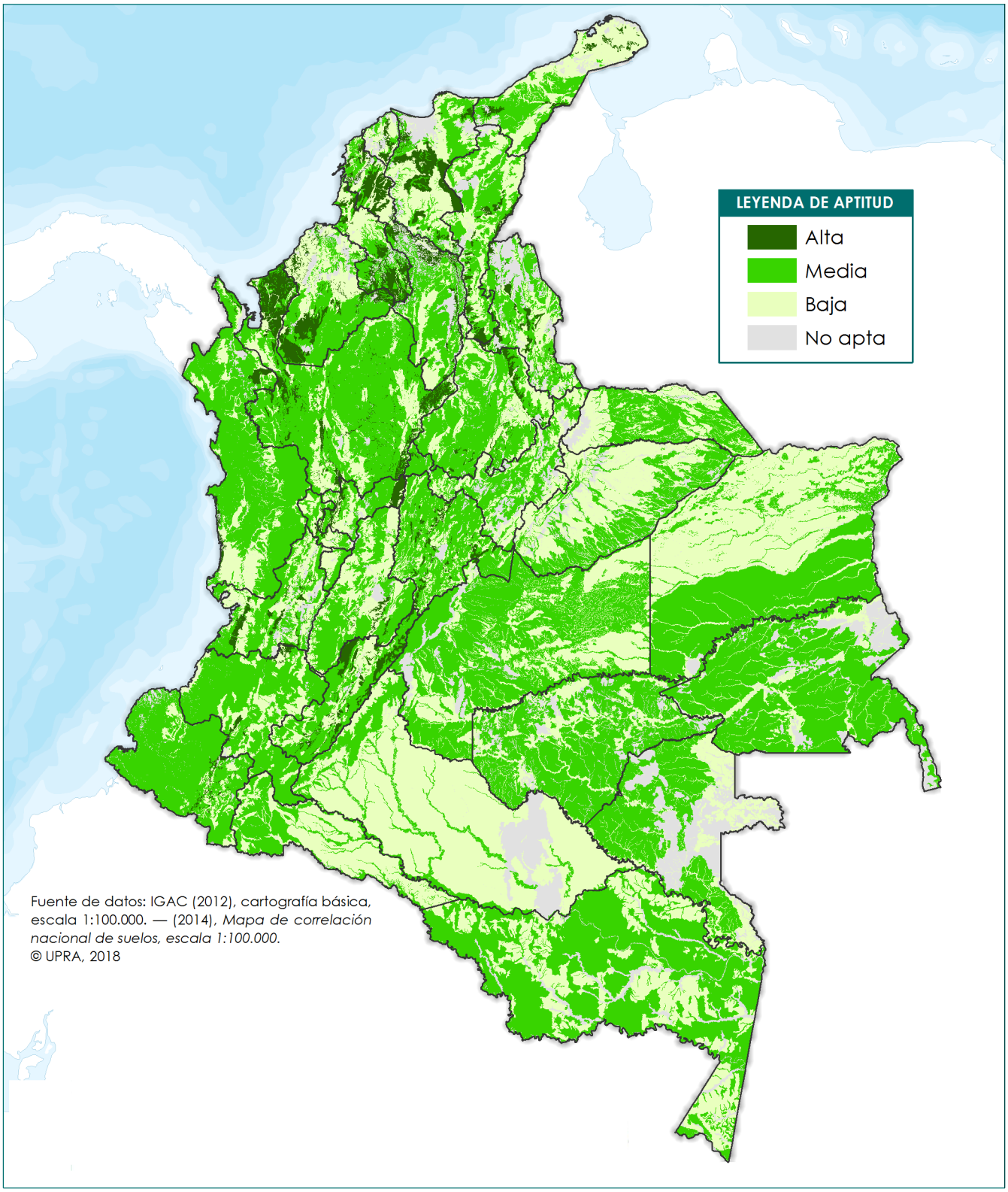
Árbol de decisión del criterio				
Acidez (pH)	**CIC (cmol/kg de suelo)**	**Saturación de bases (%)**	**Carbono orgánico (%)**	**Aptitud**
5,6-6,5	> 50	< 10	Cualquiera	A3
	25-50	> 20	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		10-20	> 2	A2
			1-2	A2
			< 1	A3
		< 10	Cualquiera	A3
	< 25	Cualquiera	Cualquiera	A3
6,6-7,8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

Fuentes de información

- FAO. (1976). «A Framework for Land Evaluation». *Soils Bulletin 32*. Roma: FAO.
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.—. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- USDA. (1961). *Land-Capability Classification. Agriculture Handbook no. 210*. EUA: Soil Conservation Service USDA. Recuperado de < https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf>

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de nutrientes



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

1.8.1. VARIABLE ACIDEZ (pH)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

pH: este término fue introducido por Sörensen, en 1909, para expresar las actividades de los iones H+ (pH+) como una función logarítmica. El pH puede definirse como:

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

Según el convenio hecho anteriormente para soluciones diluidas.

En la misma forma se define pOH como:
pOH= -log (OH-)

Para el agua pura a 25 °C:
$(H+)(OH-) = 1 \times 10^{-14}$

Tomando logaritmos:
$\log (H+) + \log (OH-) = \log (1 \times 10^{-14})$
$\log (H+) + \log (OH-) = -14$

Multiplicando por -1: $-\log (H+) - \log (OH-) = 14$
Sustituyendo: $pH + pOH = 14$

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.

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).

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

pH	Clase
< 3,5	Ultra ácido
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

pH	Clase
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 tipo de actividad microbiológica y, por tanto, la mineralización de la materia orgánica. También tiene efecto directo sobre la concentración de iones y sustancias tóxicas, la CIC de suelos y raíces, enfermedades de las plantas y otras propiedades importantes (IGAC, 1979).

El pH del suelo tiene una importancia determinante para la disponibilidad de los iones nutritivos, lo que incide de manera directa en el crecimiento vegetal y afecta principalmente:

- La disponibilidad de los nutrientes: valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes al permanecer en formas no disponibles para las plantas.
- El proceso fisiológico de absorción de nutrientes por parte de las raíces: 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 pueden presentarse toxicidades debido a la excesiva absorción de elementos fitotóxicos (aluminio).
- La actividad microbiana indispensable en la transformación de elementos que se presentan en formas no asimilables hacia otras que sí lo son.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Los suelos con pH menores de 4,0 y mayores de 7,8 se consideran no aptos (N1) para el cultivo de caucho, 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 misma existen áreas de diferentes tamaños que tienen pH diferente al componente calificado, lo que puede estar generalizando una unidad dentro de un rango de aptitud.

Metodología de procesamiento de la información

La variable de pH se construye 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 ministrado por el IGAC. Los valores de pH se toman 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
Acidez (pH)	5,6-6,5	6,6-7,8	4,0-5,5	≤ 4,0 y > 7,8
	Moderadamente ácido a ligeramente ácido	Neutro a ligeramente alcalino	Extremadamente ácido a fuertemente ácido	Ultra ácido a extremadamente ácido y de ligeramente alcalino a muy fuertemente alcalino

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

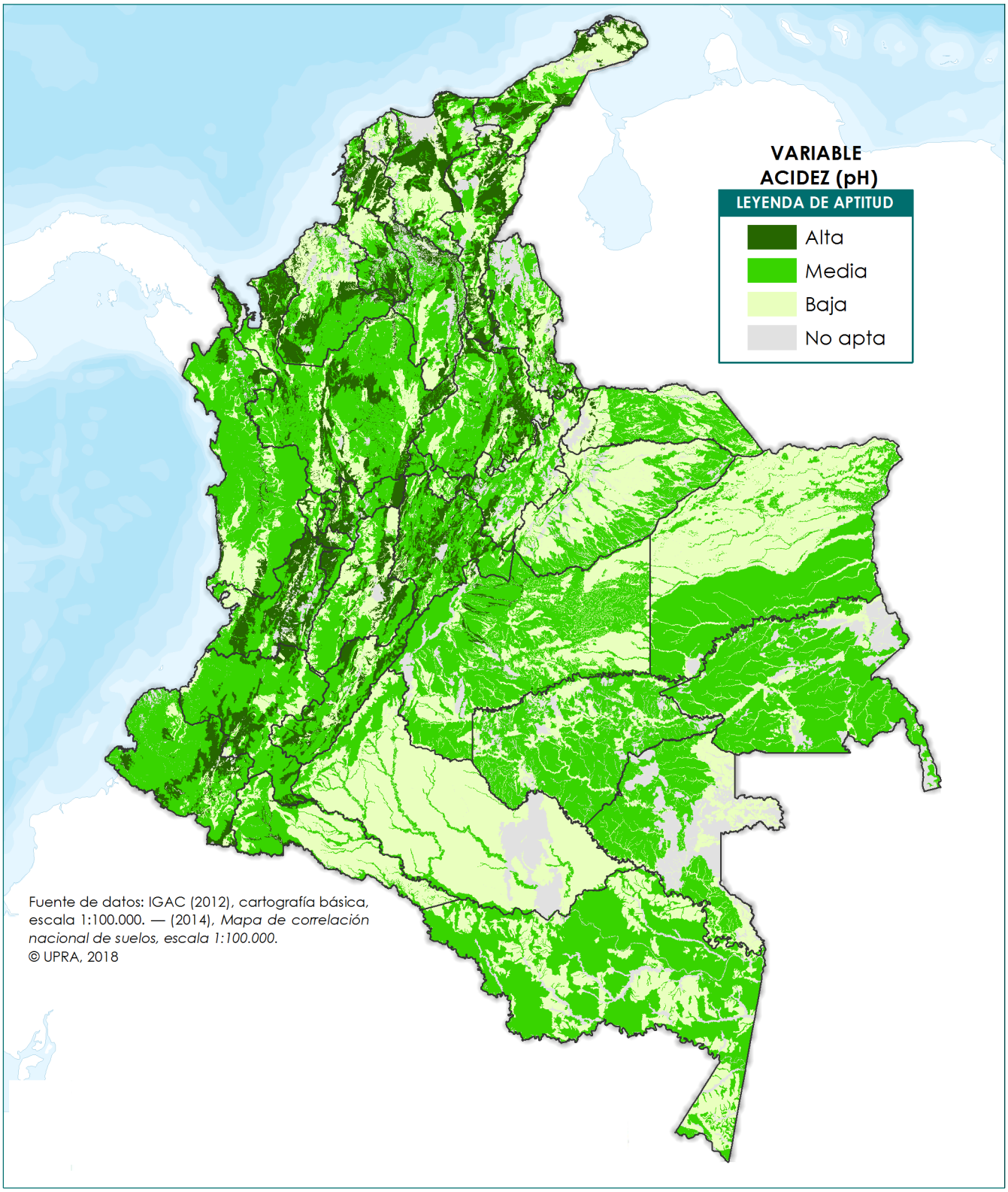
Fuentes de información

- Fassbender, H. y Bornemisza, 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>
- IGAC. (1979). *Propiedades químicas de los suelos* (2.a ed.). Bogotá: IGAC.
- —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de nutrientes



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

1.8.2. VARIABLE SATURACIÓN DE BASES

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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 y H) corresponde al complemento del 100 %. El pH es proporcional al porcentaje de saturación de bases, excepto cuando los materiales de origen de los suelos son diferentes (Fassbender y Bornemisza, 1987).

Importancia de la variable para el cultivo

En la medida que la saturación de bases sea mayor, el complejo de cambio está saturado con estos elementos nutritivos para las plantas de caucho. Una mayor saturación de bases indica disponibilidad de nutrientes para las plantas, especialmente cuando la capacidad de intercambio catiónica es elevada.

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

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No se determinó área no apta por esta variable, debido a que las unidades de tierras con baja saturación, se les puede 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. 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 diferentes al componente calificado y corresponden a aptitudes diferentes.

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construye 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. Los valores de saturación de bases se toman de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Saturación de bases (%)	Aptitud
> 50	A1
25-50	A2
< 25	A3

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

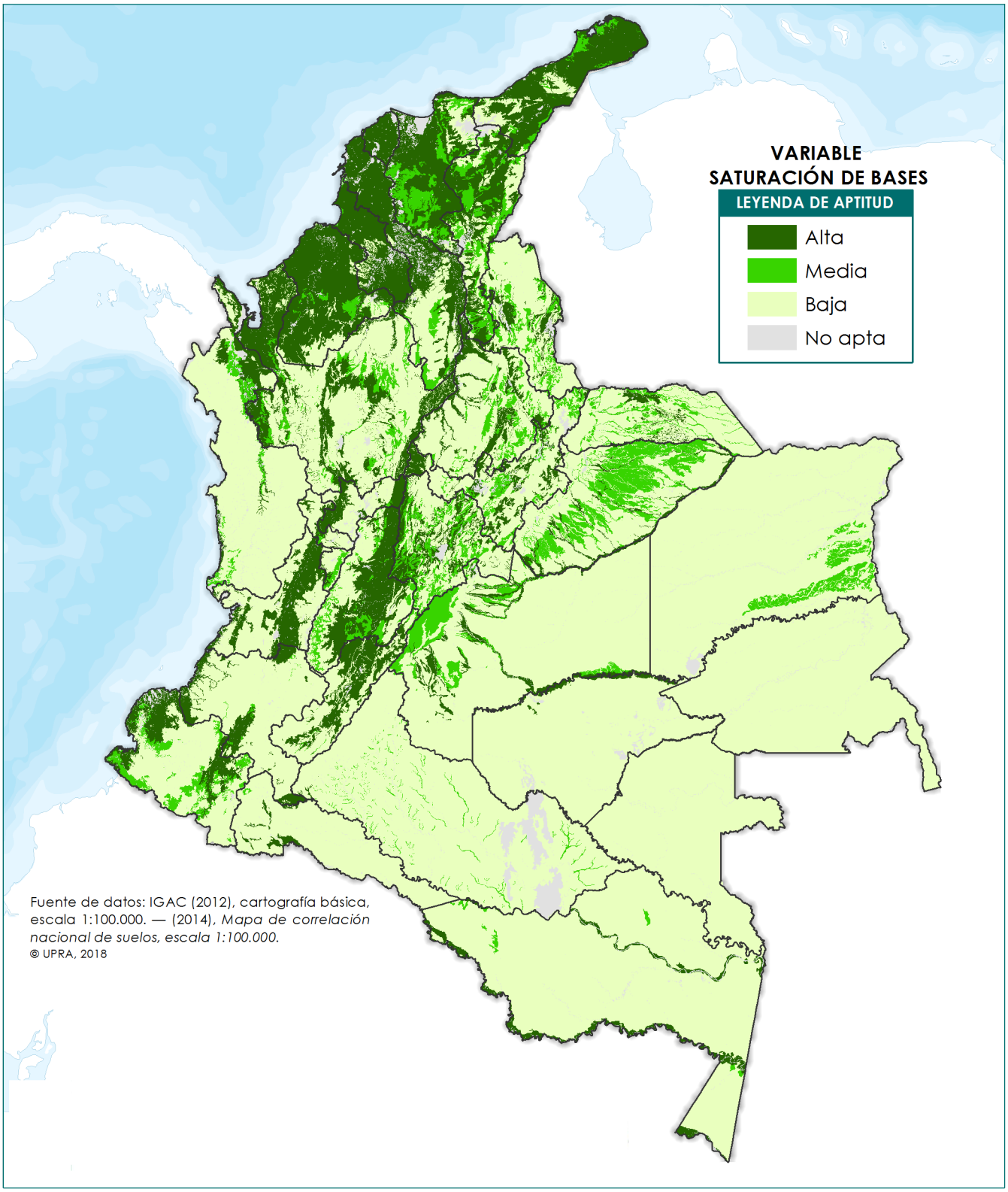
Fuentes de información

- Fassbender, H. y Bornemisza, 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>
- IGAC. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso*. Bogotá: IGAC.
- —. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de nutrientes



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

© UPRA, 2018

1.8.3. VARIABLE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Ca, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn y NH4, entre otros), 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.

De acuerdo con Chapman (1965), citado por IGAC (1995), los cationes retenidos en la superficie de minerales del suelo, dentro del enrejado cristalino de algunos minerales, y los que hacen parte de ciertos compuestos orgánicos pueden ser reversiblemente reemplazados por 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 (me/100 g) 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, puesto que, independientemente de otras interpretaciones, determina la retención de la mayoría de los elementos requeridos para la nutrición vegetal y constituye gran parte de la capacidad reguladora del medio (Cortés y Malagón, 1984).

Importancia de la variable para el cultivo

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

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

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

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No se determinó área no apta (N1) para esta variable, debido a que las unidades de tierras con baja CIC se pueden manejar con aplicación de enmiendas como la materia orgánica.

Limitantes de la evaluación de la variable

La mayoría de las unidades cartográficas de suelos, escala 1:100.000, son asociaciones en que 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 diferentes al componente calificado, lo que puede significar aptitudes diferentes.

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construye 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. Los valores de saturación de bases se toman de los horizontes superficiales de cada uno de los perfiles modales.

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

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

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

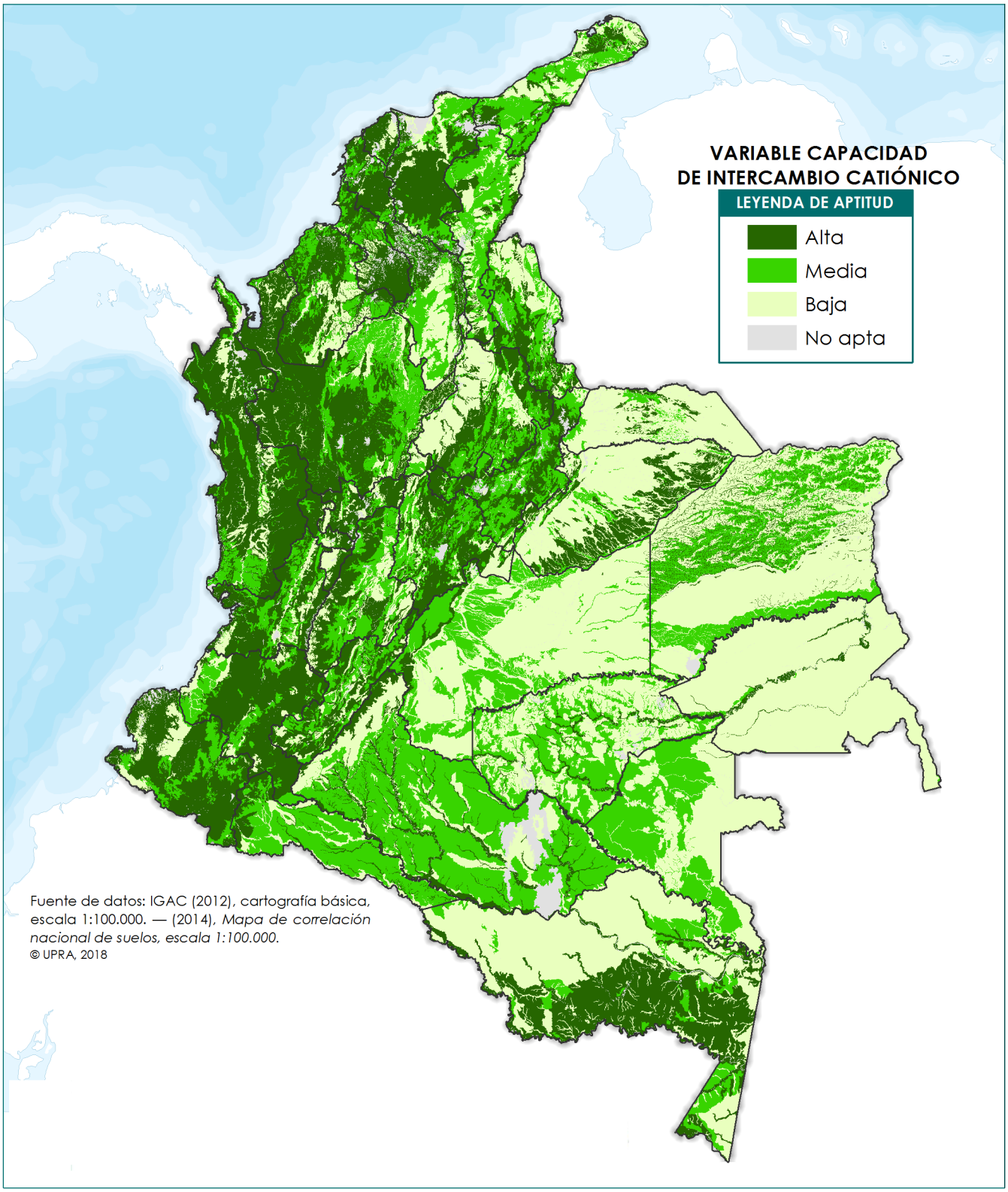
Unidad de análisis	Unidades cartográficas de suelos: asociaciones, consociaciones y complejos.

Fuentes de información

- Cortés, A. y Malagón, D. (1984). *Los levantamientos agrológicos y sus aplicaciones múltiples.* Bogotá: Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano
- Fassbender, H. y Bornemisza, 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>
- IGAC. (1995). *Suelos de Colombia: origen, evolución, clasificación, distribución y uso.* Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC
- —. (2014c). *Metodología para elaborar y actualizar áreas homogéneas de tierras con fines catastrales.* Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de nutrientes



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

© UPRA, 2018

1.8.4. VARIABLE CARBONO ORGÁNICO

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Principal elemento que forma parte de la materia orgánica del suelo, por esto es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente de uno u otro. La materia orgánica del suelo es el conjunto de residuos orgánicos de origen animal o vegetal que están en diferentes etapas de descomposición, que se acumulan en la superficie y dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999, citado por Martínez *et al.*, 2008). Además, incluye una fracción viva (biota) que participa en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000, citado por Martínez *et al.*, 2008).

Importancia de la variable para el cultivo

El contenido de carbono orgánico del suelo es importante en la zonificación del cultivo comercial de caucho porque se relaciona 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 y porque, al aumentar su contenido en el suelo, también modifica el pH, haciéndolo más ácido.

En 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 (hidratos de carbono o compuestos orgánicos de bajo peso molecular) (Borie *et al.*, 1999).

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

No se determinaron unidades de tierra no aptas por esta variable, debido a que a los sectores o lugares con bajos contenidos de materia orgánica se les puede aplicar enmiendas para mejorar el contenido de carbono orgánico.

Limitantes de la evaluación de la variable

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 esta existen áreas de diferentes cantidades de carbono orgánico, con aptitud diferente al componente calificado.

Metodología de procesamiento de la información

La variable se construye 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. Los valores de los contenidos de carbono orgánico del suelo se toman de los horizontes superficiales del perfil modal.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

Carbono orgánico (%)	Aptitud
> 2	A1
1-2	A2
< 1	A3

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

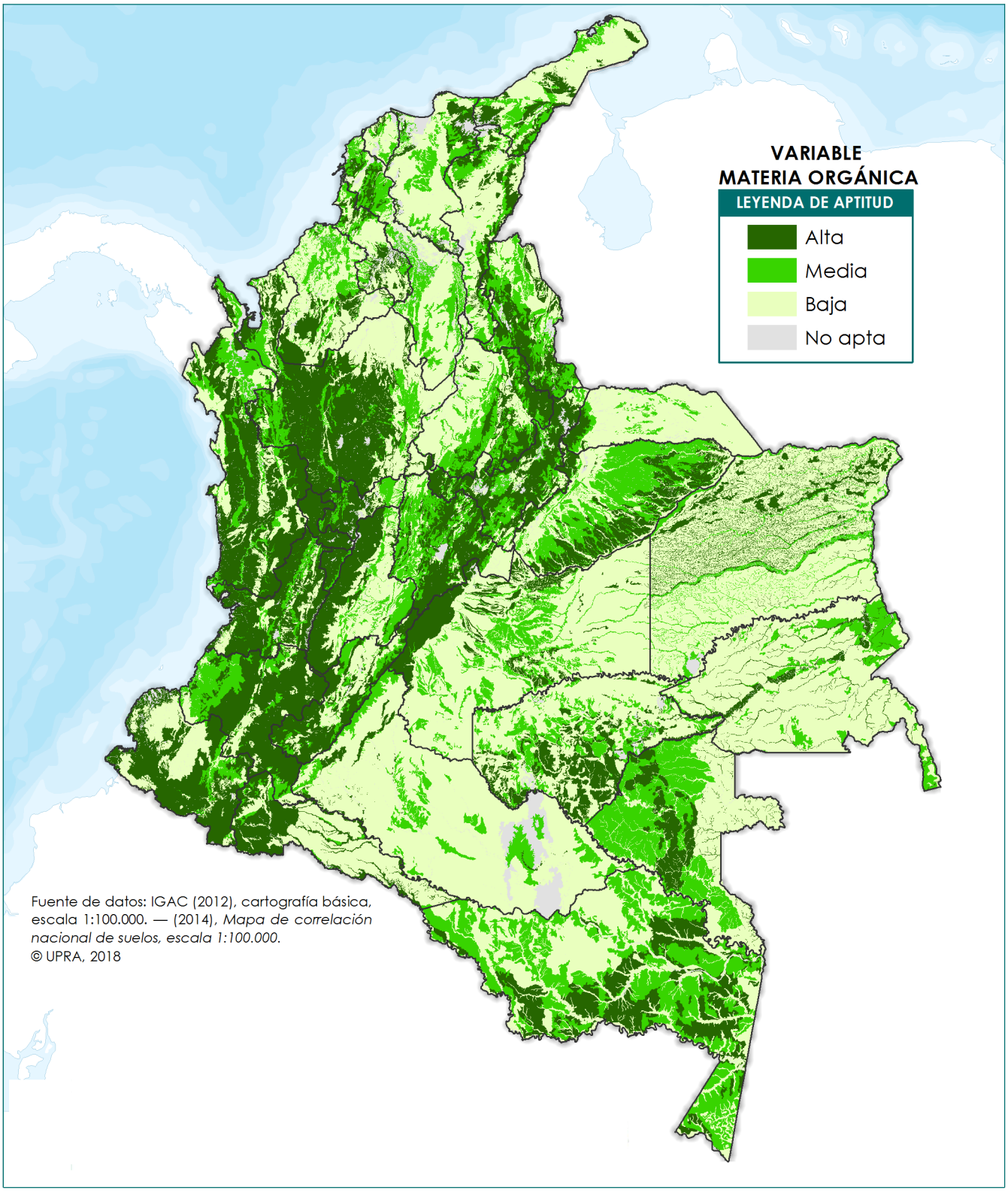
Fuentes de información

- Fassbender, H. y Bornemisza, 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>
- IGAC. (2010). *Instructivo para los levantamientos de suelos (manual de códigos)*. Bogotá: IGAC.
- —. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2013). *Mapa de geopedología de Colombia, escala 1:100.000*.
- —. (2014). *Mapa de correlación nacional de suelos, escala 1:100.000*. Bogotá: IGAC.
- Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008). «Carbono orgánico y propiedades del suelo». *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96. Recuperado de <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/120129>
- Singer, M. y Munns, D. (1996). *Soils. An Introduction*. (3.a ed.). EUA: Prentice-Hall Inc.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio disponibilidad de nutrientes



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

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1.9 CRITERIO RIESGO FITOSANITARIO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Humedad relativa asociada a *Mycrociclus ulei*, expresada como porcentaje (%).
Déficit pluvial asociada a *Mycrociclus ulei*, expresado como meses secos continuos (< 100 mm/mes).

Definición

Conjunto de las principales condiciones ambientales, humedad relativa y meses secos consecutivos (mm), que explican el riesgo de inoculación, infección, propagación y daños causados por organismos fitosanitarios en cultivos comerciales de caucho. Se definieron aquellas condiciones especialmente climáticas que inciden directamente en el proceso epidemiológico (aparición, inoculación, propagación e infección) del mal suramericano de las hojas (*Mycrociclus ulei*) en plantaciones comerciales de caucho natural.

Importancia del criterio

Los limitantes fitosanitarios del cultivo de caucho son de gran importancia debido a que su alta incidencia y proliferación impacta económicamente el desarrollo de la actividad productiva. En las zonas donde se desarrolla la explotación comercial de caucho natural se encuentran condiciones ambientales y endémicas que aumentan el riesgo de desarrollo de problemas fitosanitarios. El mal suramericano de las hojas (*Microcyclus ulei*) es el de mayor importancia por su agresividad y altos costos de control y, por tanto, fue la enfermedad priorizada por la UPRA.

Por lo anterior, la determinación de zonas con diferentes niveles de riesgo de aparición y desarrollo de plagas y enfermedades, basada en las condiciones ambientales que influyen directamente sobre su ciclo biológico y desarrollo, permite contemplar diferentes escenarios productivos, así como de medidas de mitigación y manejo que pueden ser establecidos para cada zona de acuerdo con el nivel de riesgo.

Limitantes de la evaluación del criterio

Disponer de una base de datos actualizada de la información de meses secos consecutivos (mm) y de humedad relativa de todo el territorio nacional generada por la red de estaciones meteorológicas.

El otro limitante es la consecución de información epidemiológica de los patógenos que afectan las plantaciones de caucho natural con seriales históricos recientes.

Valor de ponderación del criterio: 5,9 %

Metodología de evaluación

Para el ejercicio de zonificación y determinación de zonas se utilizan las variables de humedad relativa y meses secos consecutivos. Estas variables son establecidas de acuerdo con la discusión técnica realizada por parte del grupo del componente físico y la experiencia de los profesionales de fitopatología y producción de caucho. Una vez construidos los rangos, se realiza el cruce de estas variables mediante un árbol de decisiones.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

Variables		Aptitud
Déficit pluvial (meses secos continuos <100 mm/mes)	Humedad relativa (%)	
≥ 3	< 70	A1
	70-80	A1
	> 80	A2
2	< 70	A1
	70-80	A2
	> 80	A3
≤1	< 70	A2
	70-80	A3
	> 80	A3

A1: zonas con riesgo bajo de aparición y desarrollo del mal suramericano de las hojas (*Mycrociclus ulei*), son definidas como zonas con alta aptitud para el desarrollo del cultivo de caucho, puesto que la probabilidad de aparición y desarrollo de este limitante fitosanitario es muy baja. Involucra inicialmente solo labores de inspección y monitoreo para su manejo y control.

A2: zonas con riesgo medio de aparición y desarrollo del mal suramericano de las hojas, son definidas como zonas que presentan aptitud moderada para el desarrollo del cultivo de caucho, pues la probabilidad de aparición de limitantes fitosanitarios está directamente relacionada con la condición fisiológica en la que no se culmina totalmente el proceso de refoliación de los árboles, porque no se presentan condiciones de meses secos consecutivos; se debe considerar realizar labores de manejo y control del mal suramericano inicialmente con la siembra de clones resistentes.

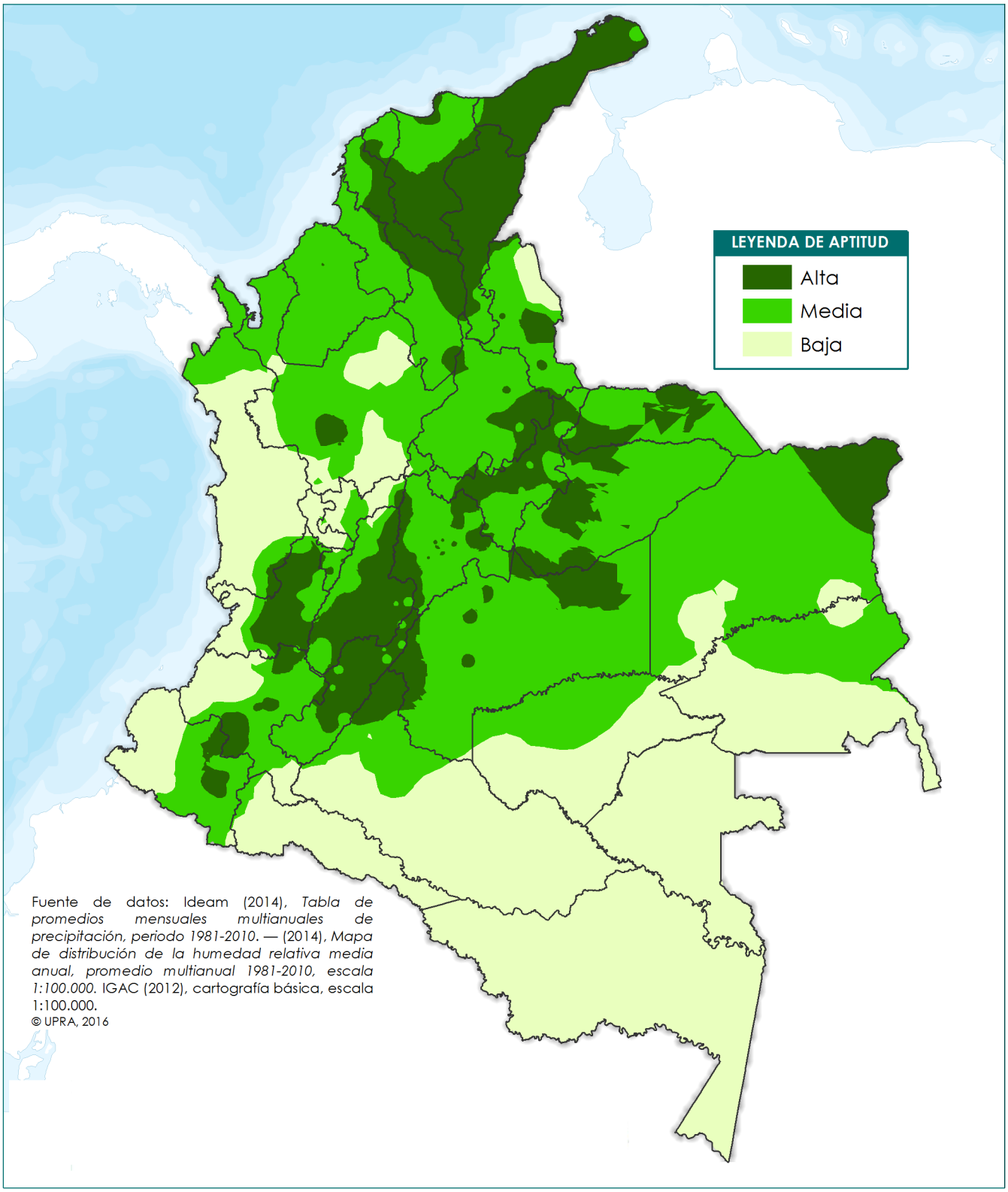
A3: zonas con riesgo alto de aparición y desarrollo del mal suramericano de las hojas, definidas como zonas con aptitud baja para el desarrollo del cultivo de caucho debido a la alta probabilidad de desarrollo de este limitante sanitario; esta condición conlleva medidas de mitigación como la siembra de clones resistentes, monitoreos fitosanitarios permanentes, manejo de densidades de siembra y medidas de control primordialmente de origen químico. La errada o nula utilización de estas medidas conlleva a una alta disminución en producción y calidad de látex

Fuentes de información

- Ideam. (2014f). *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.*
- —. (2014d). *Mapa de precipitación media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.*

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio riesgo fitosanitario



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

© UPRA, 2016

1.9.1 VARIABLE HUMEDAD RELATIVA ASOCIADA CON *MYCROCICLUS ULEI*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
Variable: humedad relativa asociada con *Mycrociclus ulei*	**Unidad de medida:** porcentaje (%)	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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 %.

La cantidad de vapor de agua presente en el ambiente con la cual un fitopatógeno puede iniciar y completar su ciclo de vida depende directamente del género/especie del patógeno.

Importancia de la variable para el cultivo

El caucho es un cultivo afectado por una serie de limitantes fitosanitarios, sin embargo el de mayor impacto en el país es el mal suramericano de las hojas. Este patógeno está directamente influenciado por la humedad del ambiente, puesto que es un factor que desencadena su inoculación, desarrollo y proceso infeccioso. Está ampliamente favorecido por altas humedades relativas superiores al 80 %.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Los rangos de definición del nivel de riesgo fitosanitario fueron establecidos de acuerdo con las condiciones óptimas de aparición, crecimiento y desarrollo de las plagas y enfermedades. No hay rangos de exclusión (N1) para la variable, por tratarse de un riesgo.

La humedad relativa asociada al mal suramericano de las hojas (*Microcyclus ulei*) presenta los siguientes rangos:

Humedad relativa (%)	Aptitud
< 70	A1
≥ 70 - ≤ 80	A2
> 80	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

Para la descripción detallada de esta variable se debería contar con un número mayor de estaciones meteorológicas que complementen la información, pues la humedad relativa es ampliamente influenciada por condiciones de fuentes hídricas, pendientes, vegetación, entre otros, lo que genera microclimas que presentan incrementos o disminuciones en los valores de humedad relativa reportadas en zonas con mayor extensión; estos microclimas deben ser objeto de análisis en una zonificación más detallada para el establecimiento del cultivo del caucho.

Metodología de procesamiento de la información

Serie histórica de la información: la información se toma del mapa de isohumas anuales elaborado por el Ideam (año 2010), a escala 1:100.000.

Tratamiento de la información: el ejercicio se realiza utilizando gradientes de información con rangos de 5 %, como se presenta en el mapa de humedad relativa. El establecimiento de los rangos para determinación del nivel de riesgo se hace en función de esta segmentación de valores y parte del concepto del equipo técnico del componente físico, soportado en los reportes bibliográficos.

Unidad de análisis	Territorio nacional, dividido en sus diferentes niveles de riesgo fitosanitario.

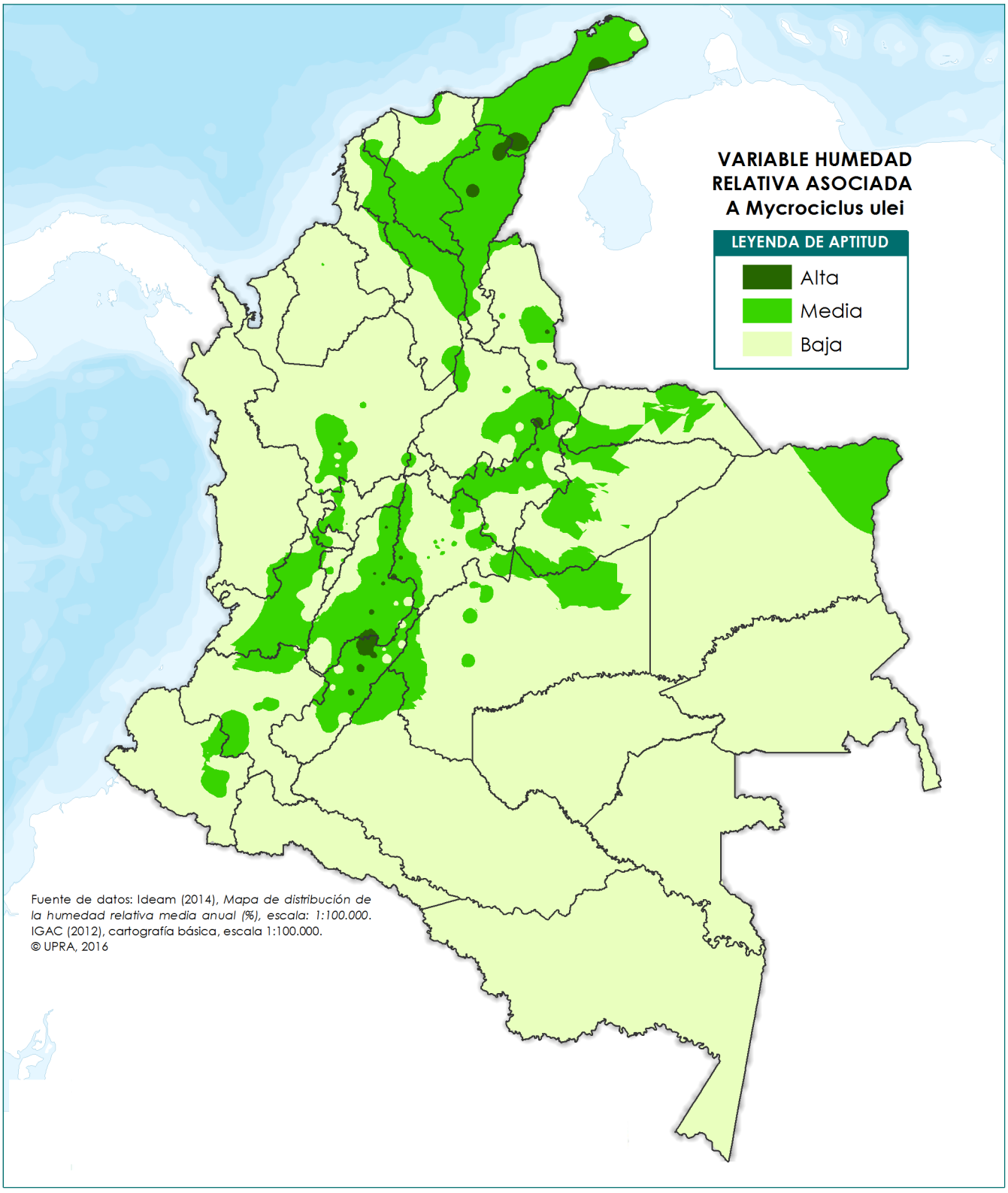
Fuentes de información

- Ideam. (2014f). Mapa de distribución de la humedad relativa media anual, promedio multianual 1981-2010, escala 1:100.000.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio riesgo fitosanitario



Fuente de datos: Ideam (2014), *Mapa de distribución de la humedad relativa media anual (%), escala: 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2016

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

1.9.2 VARIABLE DÉFICIT PLUVIAL ASOCIADO CON *MYCROCICLUS ULEI*

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: físico. Subcomponente: fitosanitario		
CRITERIO ASOCIADO: RIESGO FITOSANITARIO		
Variable: déficit pluvial asociado con *Mycrociclus ulei*, expresado como meses secos continuos (< 100 mm/mes)	**Unidad de medida:** Número de meses secos continuos (< 100 mm/mes)	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

El déficit pluvial se refiere a la falta de agua lluvia en las cantidades necesarias para suplir los requerimientos del cultivo en alguna época del año, es decir, que es menor la precipitación que la evapotranspiración. Para el caso del caucho natural, los meses secos corresponden a cantidades de lluvia inferiores a 100 mm/mes.

Importancia de la variable para el cultivo

Para el rompimiento del ciclo de desarrollo de la enfermedad denominada mal suramericano de las hojas (*Microcyclus ulei*) es indispensable contar con un mínimo de tres meses secos consecutivos en que la condición seca sea predominante. Esto propicia la defoliación total del árbol, lo cual afecta directamente la el ciclo de vida del patógeno.

Para la zonificación, es importante conocer la distribución espacial del déficit pluvial, representado en el número de meses secos que se presentan a lo largo del año, pues 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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

Los valores de evaluación utilizados correspondieron a una diferenciación en rangos de meses secos consecutivos (<100 mm/mes).

Inicialmente, los valores de meses secos consecutivos iguales o superiores a tres, fueron considerados como de nulo o bajo riesgo fitosanitario (A1), es decir, es una condición de óptima sanidad para el desarrollo del cultivo comercial de caucho, puesto que el mal suramericano de las hojas es considerado muy bajo.

Zonas donde se presentan un mínimo de dos meses secos consecutivos son consideradas de riesgo medio (A2), pues, como no se completa el proceso de defoliación del árbol de caucho natural, los niveles de desarrollo del patógeno aumentan su probabilidad.

La última clasificación realizada correspondió a zonas con solo un mes seco, correspondiente a menos de 100 mm/mes de pluviosidad, lo cual es marginal para el cultivo, pues se constituye en una condición ideal de precipitación para el patógeno (A3).

Para calificar la aptitud como alta (A1), media (A2) o baja (A3) se utilizaron los siguientes rangos de meses secos consecutivos:

Variable	Unidad	A1	A2	A3
Déficit pluvial	Número de meses secos continuos (lluvias < 100 mm/mes)	≥ 3	2	1

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, en 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 se toma de la base de datos de precipitación media mensual multianual del Ideam, la cual contiene cerca de 2050 estaciones con series históricas con períodos de registro de 30 años (1981-2010).

Tratamiento de la información: a partir de la base de datos de precipitación media mensual multianual, se seleccionan aquellas estaciones que registran meses con lluvia < 100 mm/mes. Se obtiene la serie «Número de meses secos» y se trazan las isolíneas, para todo el país, correspondientes a 1, 2 y ≥ 3 meses secos.

Para la representación cartográfica de la variable se cuenta con el apoyo grupo TIC de la UPRA.

Unidad de análisis	Isolíneas medias anuales multianuales de número de meses continuos con precipitación < 100 mm, con rangos de variación: 1, 2 y ≥ 3 meses.

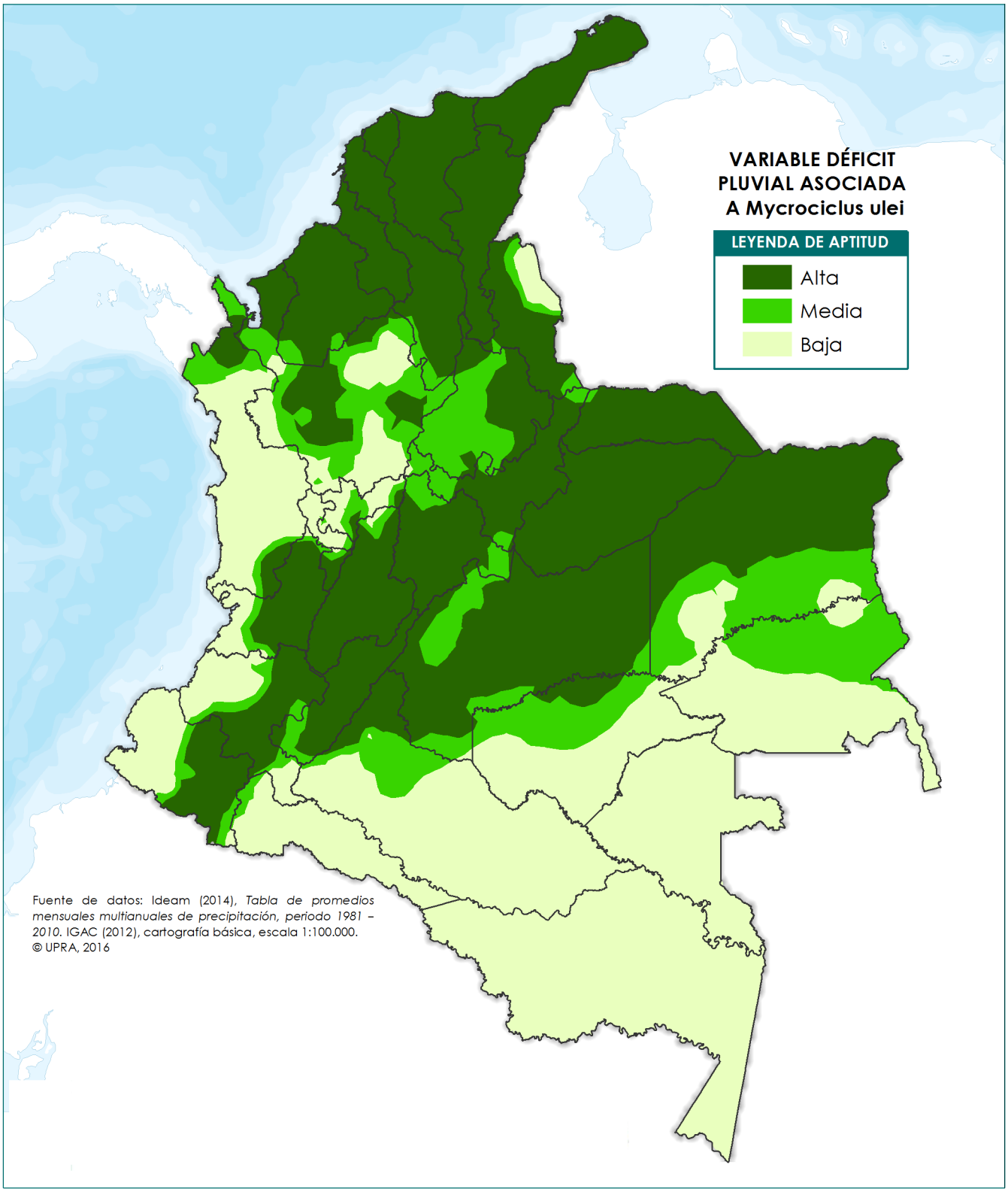
Fuentes de información

- Ideam. (2014a). Valores medios multianuales de precipitación total en mm: periodo 1981-2010 [tabla].



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio riesgo fitosanitario



Fuente de datos: Ideam (2014), *Tabla de promedios mensuales multianuales de precipitación, periodo 1981 – 2010*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2016



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 caucho**	
Componente: socioecosistemico		
CRITERIO ASOCIADO: CAMBIO DE COBERTURA		
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Coberturas de la tierra, clasificación Corine Land Cover (CLC) adaptada para Colombia

Definición

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, y todas las demás.

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 incide en cambios en la productividad primaria, la diversidad biótica, la sedimentación, los flujos de materia y energía en los ecosistemas, incluyendo las emisiones de gases de efecto de invernadero y el ciclo hidrológico (Di Gregorio, 2005; Lambin y Geist, 2006); es decir, las coberturas son el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos naturales y sociales característicos.

Este criterio determina el grado de 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 diferentes características.
- Importancia de la cobertura frente a la producción alimentaria.

Importancia del criterio

A través de este criterio es posible identificar áreas con vegetación natural sujeta a exclusiones y áreas transformadas donde es favorable establecer plantaciones de caucho natural, bajo una visión integral del territorio. Asimismo, permite calificar la cobertura de acuerdo con su contexto ecológico y productivo, al identificar las zonas de menor impacto socioecosistémico como producto del cambio para el establecimiento de esta explotación comercial.

Limitantes de la evaluación del criterio

Los limitantes identificados están relacionados con la información básica por medio de la cual se construye 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 clave para el análisis espacial y territorial, engloba las coberturas de forma muy general, con la consiguiente pérdida de información que ello supone para la gestión del territorio a escala regional (Aguilera *et al.*, 2009).

Valor de ponderación del criterio: 2,4 %

Metodología de evaluación

El criterio se construye a partir de la reclasificación de la «Leyenda nacional de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia», la cual proporciona las características temáticas 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 esto 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 es necesario un análisis mucho más amplio e integral de las coberturas; para ello se emplea como referente geográfico la información referente a biomas desarrollada en el mapa nacional de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (Ideam *et al.*, 2012). Por medio de este análisis se calificó la aptitud de cada una de las coberturas de acuerdo con el bioma donde se localiza.

Mediante este ejercicio es 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 fundamenta en el tipo de bioma donde se localiza cada unidad de cobertura. Este procedimiento implica 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) son favorables o no favorables para el establecimiento de plantaciones de caucho natural.

Descripción	Aptitud
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 de aptitud alta 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 *et al.*, 2010). También incluye cultivos agroforestales como cacao y mosaicos de cultivos con pastos.	A1
Una zona de aptitud moderada cumple con las condiciones necesarias para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural, no obstante sus condiciones de favorabilidad son menores a las de una zona A1, ya que un cambio de cobertura puede afectar la producción de alimentos básicos y algunas zonas que aún poseen algún grado de naturalidad. Las áreas A2 son aquellas 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 caucho, se considera que los cultivos permanentes o transitorios para la producción de alimentos, tienen una favorabilidad moderada para el establecimiento de plantaciones de caucho.	A2

Descripción	Aptitud
Zonas con favorabilidad marginal para el establecimiento del caucho natural, corresponde a coberturas 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 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 de caucho, 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 tanto, un cambio de cobertura puede llegar tener un impacto considerable sobre las condiciones naturales y productivas de la zona.	A3
Las 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 tanto, en ellas no puede establecerse plantaciones comerciales de caucho natural.	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

Se anexan cuadros con los rangos definidos para caucho.

Aptitud alta (A1)

Biomas	Algodón	Palma de aceite	Pastos limpios	Plantación de latifoliadas	Plantación forestal
Halobioma del Caribe		■	■		■
Halobiomas del Pacífico		■	■		
Helobiomas andinos			■		
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia		■	■		■
Helobiomas del Magdalena y Caribe		■	■		■
Helobiomas del Pacífico y Atrato		■	■		
Helobiomas del río Zulia		■	■		
Helobiomas del valle del Cauca			■		■
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia			■		
Orobioma alto de Santa Marta			■		

sigue ➔

Aptitud alta (A1)					
Biomas	**Algodón**	**Palma de aceite**	**Pastos limpios**	**Plantación de latifoliadas**	**Plantación forestal**
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		■	■		
Orobioma de la Macarena			■		
Orobioma de San Lucas			■		
Orobioma del Baudó y Darién			■		
Orobioma medio de Santa Marta			■		
Orobiomas altos de los Andes			■		
Orobiomas azonales de Cúcuta			■		
Orobiomas azonales del río Sogamoso			■		
Orobiomas azonales del valle del Patía			■		
Orobiomas azonales río Dagua			■		
Orobiomas bajos de los Andes	■	■	■		■
Orobiomas medios de los Andes			■		
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia		■	■		■
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena			■		
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca			■		
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta			■		
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia		■	■		
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo		■	■		
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe		■	■		■
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		■	■		
Zonobioma seco tropical del Caribe			■	■	■

sigue ➔

Aptitud media (A2)

Biomas	Algodón	Arroz	Cacao	Caña	Cultivos agrofo-restales	Maíz	Mosai-co de pastos y cultivos	Otros cultivos perma-nentes arbó-reos	Palma de aceite	Pastos arbo-lados	Pastos enma-lezados	Pláta-no y banano
Halobioma del Caribe		■					■	■		■	■	■
Halobiomas del Pacífico							■	■		■	■	
Helobioma de La Guajira							■					
Helobiomas andinos							■				■	
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia		■					■				■	
Helobiomas del Magdalena y Caribe				■		■	■				■	
Helobiomas del Pacífico y Atrato							■			■	■	■
Helobiomas del río Zulia		■					■				■	
Helobiomas del valle del Cauca				■			■				■	
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia							■				■	
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		■					■			■	■	■
Orobioma de la Macarena							■				■	
Orobioma de San Lucas							■				■	
Orobioma del Baudó y Darién							■				■	
Orobioma medio de Santa Marta							■				■	
Orobiomas altos de los Andes							■				■	
Orobiomas azonales de Cúcuta							■				■	
Orobiomas azonales del río Sogamoso							■				■	

sigue ➔

Aptitud media (A2)

Biomas	Algodón	Arroz	Cacao	Caña	Cultivos agrofo-restales	Maíz	Mosai-co de pastos y cultivos	Otros cultivos perma-nentes arbóreos	Palma de aceite	Pastos arbo-lados	Pastos enma-lezados	Pláta-no y banano
Orobiomas azonales del valle del Patía							■				■	
Orobiomas azonales río Dagua											■	
Orobiomas bajos de los Andes		■	■	■			■			■	■	■
Orobiomas medios de los Andes				■			■				■	
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia		■					■			■	■	
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena	■	■	■			■	■			■	■	
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del valle del Cauca				■	■		■				■	
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta							■				■	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia		■					■				■	
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo		■					■				■	
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe		■					■				■	■
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato		■					■				■	■
Zonobioma seco tropical del Caribe							■					

sigue ➔

Aptitud baja (A3) (parte 2)

Biomas	Algodón	Arroz	Café	Caña	Cebolla	Cultivos confinados	Herbazal denso de tierra firme	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales
Halobioma del Caribe								■	■	■	■
Halobioma del Pacífico								■	■	■	■
Helobioma de La Guajira								■	■	■	
Total Helobioma de La Guajira								■	■	■	
Helobiomas andinos						■		■	■	■	■
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia							■	■	■	■	■
Helobiomas del Magdalena y Caribe		■						■	■	■	■
Helobiomas del Pacífico y Atrato							■	■	■	■	■
Helobiomas del río Zulia								■	■	■	■
Helobiomas del valle del Cauca							■	■	■	■	■
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia									■	■	■
Orobioma alto de Santa Marta										■	■
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira			■				■	■	■	■	■
Orobioma de la Macarena							■			■	■
Orobioma de San Lucas							■	■	■	■	■
Orobioma del Baudó y Darién									■	■	■
Orobioma medio de Santa Marta			■						■	■	■
Orobiomas altos de los Andes			■		■	■		■	■	■	■
Orobiomas azonales de Cúcuta		■		■				■	■	■	■

sigue ➔

Aptitud baja (A3) (parte 2)

Biomas	Algodón	Arroz	Café	Caña	Cebolla	Cultivos confinados	Herbazal denso de tierra firme	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales
Orobiomas azonales del río Sogamoso											
Orobiomas azonales del valle del Patía											
Orobiomas azonales río Dagua											
Orobiomas bajos de los Andes											
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia											
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del alto Magdalena											
Zonobioma alternohígrico y/o subxerofítico tropical del valle del Cauca											
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta											
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia											
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo											
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe											
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato											
Zonobioma seco tropical del Caribe											
Halobioma del Caribe											

sigue ➔

Aptitud baja (A3) (parte 2)

Biomas	Algodón	Arroz	Café	Caña	Cebolla	Cultivos confinados	Herbazal denso de tierra firme	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales
Halobioma del Pacífico								■			
Helobioma de La Guajira											
Total Helobioma de La Guajira											
Helobiomas andinos				■	■		■				
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia				■		■			■		■
Helobiomas del Magdalena y Caribe	■	■	■	■		■					■
Helobiomas del Pacífico y Atrato				■				■			■
Helobiomas del río Zulia											
Helobiomas del valle del Cauca			■	■		■					
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia											
Orobioma alto de Santa Marta											
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira			■	■					■		■
Orobioma de la Macarena											■
Orobioma de San Lucas		■				■					■
Orobioma del Baudó y Darién				■							
Orobioma medio de Santa Marta											■
Orobiomas altos de los Andes	■			■	■	■	■			■	
Orobiomas azonales de Cúcuta			■								
Orobiomas azonales del río Sogamoso						■					

sigue ➔

Aptitud baja (A3) (parte 2)

Biomas	Algodón	Arroz	Café	Caña	Cebolla	Cultivos confinados	Herbazal denso de tierra firme	Mosaico de cultivos	Mosaico de cultivos y espacios naturales	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales
Orobiomas azonales del valle del Patía				■		■	■				■
Orobiomas azonales río Dagua							■				
Orobiomas bajos de los Andes	■		■	■				■	■		■
Orobiomas medios de los Andes	■		■	■	■	■	■				■
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■	■					■		■
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena	■		■	■							
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca	■		■	■		■	■				■
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta											
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia				■		■			■		■
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo											■
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	■		■	■		■		■			■
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	■			■		■					■
Zonobioma seco tropical del Caribe	■		■	■	■	■	■	■	■	■	

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)													
Biomas	**Aero-puertos**	**Aflora-mientos rocosos**	**Arbustal abierto**	**Arbustal abierto escle-rofilo**	**Arbustal abierto mesofilo**	**Arbustal denso**	**Arenales**	**Bosque abierto alto de tierra firme**	**Bosque abierto alto inun-dable**	**Bosque abierto bajo de tierra firme**	**Bosque abierto bajo inun-dable**	**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 Orinoquia	■		■		■	■		■	■	■	■	■	■
Helobiomas del Magdalena y Caribe	■	■	■			■		■	■	■	■	■	■
Helobiomas del Pacífico y Atrato	■		■			■	■		■	■	■	■	■
Helobiomas del río Zulia						■							■
Helobiomas del valle del Cauca			■			■							■
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■	■			■	■						■	■
Orobioma alto de Santa Marta		■	■			■		■				■	■
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira		■	■			■		■		■		■	■
Orobioma de la Macarena					■	■						■	■
Orobioma de San Lucas						■		■		■		■	■
Orobioma del Baudó y Darién						■			■			■	■
Orobioma medio de Santa Marta			■			■						■	■

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)													
Biomas	**Aero-puertos**	**Aflora-mientos rocosos**	**Arbustal abierto**	**Arbustal abierto escle-rofilo**	**Arbustal abierto mesofilo**	**Arbustal denso**	**Arenales**	**Bosque abierto alto de tierra firme**	**Bosque abierto alto inun-dable**	**Bosque abierto bajo de tierra firme**	**Bosque abierto bajo inun-dable**	**Bosque de galería y ripario**	**Bosque denso alto de tierra firme**
Orobiomas altos de los Andes													
Orobiomas azonales de Cúcuta													
Orobiomas azonales del río Sogamoso													
Orobiomas azonales del valle del Patía													
Orobiomas azonales río Dagua													
Orobiomas bajos de los Andes													
Orobiomas medios de los Andes													
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia													
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena													
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca													
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta													
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia													

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)

Biomas	Aero-puertos	Aflora-mientos rocosos	Arbustal abierto	Arbustal abierto escle-rofilo	Arbustal abierto mesofilo	Arbustal denso	Arenales	Bosque abierto alto de tierra firme	Bosque abierto alto inun-dable	Bosque abierto bajo de tierra firme	Bosque abierto bajo inun-dable	Bosque de galería y ripario	Bosque denso alto de tierra firme
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo													
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe													
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato													
Zonobioma seco tropical del Caribe													

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)

Biomas	Bosque denso alto inundable	Bosque denso alto inundable hetero-géneo	Bosque denso bajo de tierra firme	Bosque denso bajo inundable	Bosque fragmen-tado	Bosque fragmen-tado con pastos y cultivos	Bosque fragmen-tado con vegetación secundaria	Campos de dunas	Canales	Estanques para acuicultura continental	Estanques para acuicultura marina
Halobioma del Caribe											
Halobiomas del Pacífico											
Helobioma de La Guajira											
Helobiomas andinos											
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia											
Helobiomas del Magdalena y Caribe											
Helobiomas del Pacífico y Atrato											
Helobiomas del río Zulia											

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)											
Biomas	**Bosque denso alto inundable**	**Bosque denso alto inundable hetero-géneo**	**Bosque denso bajo de tierra firme**	**Bosque denso bajo inundable**	**Bosque fragmen-tado**	**Bosque fragmen-tado con pastos y cultivos**	**Bosque fragmen-tado con vegetación secundaria**	**Campos de dunas**	**Canales**	**Estanques para acuicultura continental**	**Estanques para acuicultura marina**
Helobiomas del valle del Cauca									■		
Litobiomas de la Amazonia y 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 Darién	■		■	■		■	■				■
Orobioma medio de Santa Marta			■			■	■				
Orobiomas altos de los Andes			■		■	■	■			■	
Orobiomas azonales de Cúcuta			■			■	■				
Orobiomas azonales del río Sogamoso											
Orobiomas azonales del valle del Patía						■	■				
Orobiomas azonales río Dagua											
Orobiomas bajos de los Andes	■		■	■	■	■	■			■	
Orobiomas medios de los Andes			■		■	■	■			■	

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)											
Biomas	**Bosque denso alto inundable**	**Bosque denso alto inundable hetero-géneo**	**Bosque denso bajo de tierra firme**	**Bosque denso bajo inundable**	**Bosque fragmen-tado**	**Bosque fragmen-tado con pastos y cultivos**	**Bosque fragmen-tado con vegetación secundaria**	**Campos de dunas**	**Canales**	**Estan-ques para acuicultura continental**	**Estanques para acuicultura marina**
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■	■	■	■	■	■	■			■	
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena				■		■				■	
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca						■					
Zonobioma del desierto tropical de la Guajira y Santa Marta			■	■						■	
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	■	■	■	■	■	■	■			■	
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	■					■	■				
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	■		■	■	■	■	■		■	■	
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	■		■	■		■	■				
Zonobioma seco tropical del Caribe	■		■	■		■	■		■	■	■

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)											
Biomas	**Explotacion de hidrocarburos**	**Explotacion de sal**	**Herbazal abierto arenoso**	**Herbazal abierto rocoso**	**Herbazal denso de tierra firme**	**Herbazal denso de tierra firme arbolado**	**Herbazal denso de tierra firme con arbustos**	**Herbazal denso de tierra firme no arbolado**	**Herbazal denso inundable**	**Herbazal denso inundable arbolado**	**Herbazal denso inundable no arbolado**
Halobioma del Caribe		■	■	■	■				■	■	■
Halobiomas del Pacífico					■				■		■
Helobioma de La Guajira			■	■	■						
Helobiomas andinos					■						
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■	■		■	■		■	■	■
Helobiomas del Magdalena y Caribe		■		■	■				■		■
Helobiomas del Pacífico y Atrato									■	■	■
Helobiomas del río Zulia											
Helobiomas del valle del Cauca											
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia			■	■	■	■	■	■	■	■	■
Orobioma alto de Santa Marta			■	■	■		■	■			
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira			■	■							
Orobioma de la Macarena				■			■				
Orobioma de San Lucas						■			■		
Orobioma del Baudó y Darién									■		

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)											
Biomas	**Explotacion de hidrocarburos**	**Explotacion de sal**	**Herbazal abierto arenoso**	**Herbazal abierto rocoso**	**Herbazal denso de tierra firme**	**Herbazal denso de tierra firme arbolado**	**Herbazal denso de tierra firme con arbustos**	**Herbazal denso de tierra firme no arbolado**	**Herbazal denso inundable**	**Herbazal denso inundable arbolado**	**Herbazal denso inundable no arbolado**
Orobioma medio de Santa Marta				■	■	■	■	■			
Orobiomas altos de los Andes			■	■	■	■	■	■			
Orobiomas azonales de Cúcuta					■				■		
Orobiomas azonales del río Sogamoso					■						
Orobiomas azonales del valle del Patía					■				■		
Orobiomas azonales río Dagua					■						
Orobiomas bajos de los Andes	■		■	■					■		
Orobiomas medios de los Andes			■	■	■	■	■	■			
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■	■		■	■		■	■	■
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena				■					■		
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca											
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta			■	■	■						

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)

Biomas	Explotacion de hidrocarburos	Explotacion de sal	Herbazal abierto arenoso	Herbazal abierto rocoso	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme arbolado	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Herbazal denso inundable	Herbazal denso inundable arbolado	Herbazal denso inundable no arbolado
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia											
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo											
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe											
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato											
Zonobioma seco tropical del Caribe											

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)

Biomas	Instalaciones recreativas	Lagunas costeras	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Mares y océanos	Obras hidráulicas	Pantanos costeros	Playas	Red vial ferroviaria	Ríos	Salitral	Sedimentos expuestos en baja mar	Tejido urbano continuo	Tejido urbano discontinuo
Halobioma del Caribe													
Halobiomas del Pacífico													
Helobioma de La Guajira													
Helobiomas andinos													
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia													
Helobiomas del Magdalena y Caribe													
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia													

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)													
Biomas	**Instalaciones recreativas**	**Lagunas costeras**	**Lagunas, lagos y ciénagas naturales**	**Mares y océanos**	**Obras hidráulicas**	**Pantanos costeros**	**Playas**	**Red vial ferroviaria**	**Ríos**	**Salitral**	**Sedimentos expuestos en baja mar**	**Tejido urbano continuo**	**Tejido urbano discontinuo**
Helobiomas del Magdalena y Caribe	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		■	■
Helobiomas del Pacífico y Atrato			■	■			■	■	■		■	■	■
Helobiomas del río Zulia									■				■
Helobiomas del valle del Cauca	■		■						■			■	■
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia			■						■			■	■
Orobioma alto de Santa Marta			■										
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	■			■		■	■	■	■			■	■
Orobioma de la Macarena									■				
Orobioma de San Lucas			■				■		■			■	■
Orobioma del Baudó y Darién				■			■	■	■		■	■	■
Orobioma medio de Santa Marta													
Orobiomas altos de los Andes			■				■	■	■			■	■
Orobiomas azonales de Cúcuta	■								■			■	■
Orobiomas azonales del río Sogamoso									■			■	■
Orobiomas azonales del valle del Patía									■			■	■

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)													
Biomas	**Instalaciones recreativas**	**Lagunas costeras**	**Lagunas, lagos y ciénagas naturales**	**Mares y océanos**	**Obras hidráulicas**	**Pantanos costeros**	**Playas**	**Red vial ferroviaria**	**Ríos**	**Salitral**	**Sedimentos expuestos en baja mar**	**Tejido urbano continuo**	**Tejido urbano discontinuo**
Orobiomas azonales río Dagua									■				■
Orobiomas bajos de los Andes	■		■		■		■	■	■			■	■
Orobiomas medios de los Andes	■		■		■		■	■	■			■	■
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■					■	■			■	■
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena	■		■		■		■		■			■	■
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca	■	■						■	■			■	■
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	■	■		■		■		■		■		■	■
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia			■						■	■		■	■
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo									■			■	■
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe			■	■			■		■			■	■
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato			■	■		■	■	■	■		■	■	■

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)

Biomas	Tierras desnudas y degradadas	Turberas	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	Vegetación secundaria alta	Vegetación secundaria baja	Vegetación secundaria o en transición	Zonas arenosas naturales	Zonas de disposición de residuos	Zonas de extracción minera	Zonas glaciares y nivales	Zonas industriales y comerciales	Zonas pantanosas	Zonas portuarias	Zonas quemadas	Zonas verdes urbanas
Halobioma del Caribe	■		■			■	■		■		■	■	■		■
Halobiomas del Pacífico			■			■	■				■	■			
Helobioma de La Guajira	■					■	■								
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■			■	■		■		■	■			
Helobiomas del Magdalena y Caribe	■		■			■	■		■		■	■	■		
Helobiomas del Pacífico y Atrato	■		■			■	■		■		■	■			
Helobiomas del río Zulia						■									
Helobiomas del valle del Cauca	■		■			■			■		■	■			
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■					■	■							■	
Orobioma alto de Santa Marta						■	■			■				■	
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	■								■		■				
Orobioma de la Macarena						■									
Orobioma de San Lucas	■		■			■						■			
Orobioma del Baudó y Darién						■									
Orobioma medio de Santa Marta						■									
Orobiomas altos de los Andes	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		■	

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)															
Biomas	**Tierras desnudas y degradadas**	**Turberas**	**Vegetación acuática sobre cuerpos de agua**	**Vegetación secundaria alta**	**Vegetación secundaria baja**	**Vegetación secundaria o en transición**	**Zonas arenosas naturales**	**Zonas de disposición de residuos**	**Zonas de extracción minera**	**Zonas glaciares y nivales**	**Zonas industriales y comerciales**	**Zonas pantanosas**	**Zonas portuarias**	**Zonas quemadas**	**Zonas verdes urbanas**
Halobioma del Caribe	■		■			■	■		■		■	■	■		■
Halobiomas del Pacífico			■			■	■				■	■			
Helobioma de La Guajira	■					■	■								
Helobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■			■	■		■		■	■			
Helobiomas del Magdalena y Caribe	■		■			■	■		■		■	■	■		
Helobiomas del Pacífico y Atrato	■		■			■	■		■		■	■			
Helobiomas del río Zulia						■									
Helobiomas del valle del Cauca	■		■			■			■		■	■			
Litobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■					■	■							■	
Orobioma alto de Santa Marta						■	■			■				■	
Orobioma bajo de Santa Marta y Macuira	■								■		■				
Orobioma de la Macarena						■									
Orobioma de San Lucas	■		■			■						■			
Orobioma del Baudó y Darién						■									
Orobioma medio de Santa Marta						■									
Orobiomas altos de los Andes	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■	■		■	

sigue ➔

Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)															
Biomas	**Tierras desnudas y degradadas**	**Turberas**	**Vegetación acuática sobre cuerpos de agua**	**Vegetación secundaria alta**	**Vegetación secundaria baja**	**Vegetación secundaria o en transición**	**Zonas arenosas naturales**	**Zonas de disposición de residuos**	**Zonas de extracción minera**	**Zonas glaciares y nivales**	**Zonas industriales y comerciales**	**Zonas pantanosas**	**Zonas portuarias**	**Zonas quemadas**	**Zonas verdes urbanas**
Orobiomas azonales de Cúcuta	■					■			■						■
Orobiomas azonales del río Sogamoso	■														
Orobiomas azonales del valle del Patía	■					■	■								
Orobiomas azonales río Dagua															
Orobiomas bajos de los Andes	■		■	■			■		■		■	■			■
Orobiomas medios de los Andes	■		■	■	■	■	■		■		■	■			■
Peinobiomas de la Amazonia y Orinoquia	■		■			■	■		■		■	■			
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del alto Magdalena	■		■			■			■		■	■			■
Zonobioma alternohígrico o subxerofítico tropical del valle del Cauca	■		■			■					■	■			■
Zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	■						■		■		■		■		■
Zonobioma húmedo tropical de la Amazonia y Orinoquia	■		■			■	■		■			■			■
Zonobioma húmedo tropical del Catatumbo	■											■			

sigue ➔

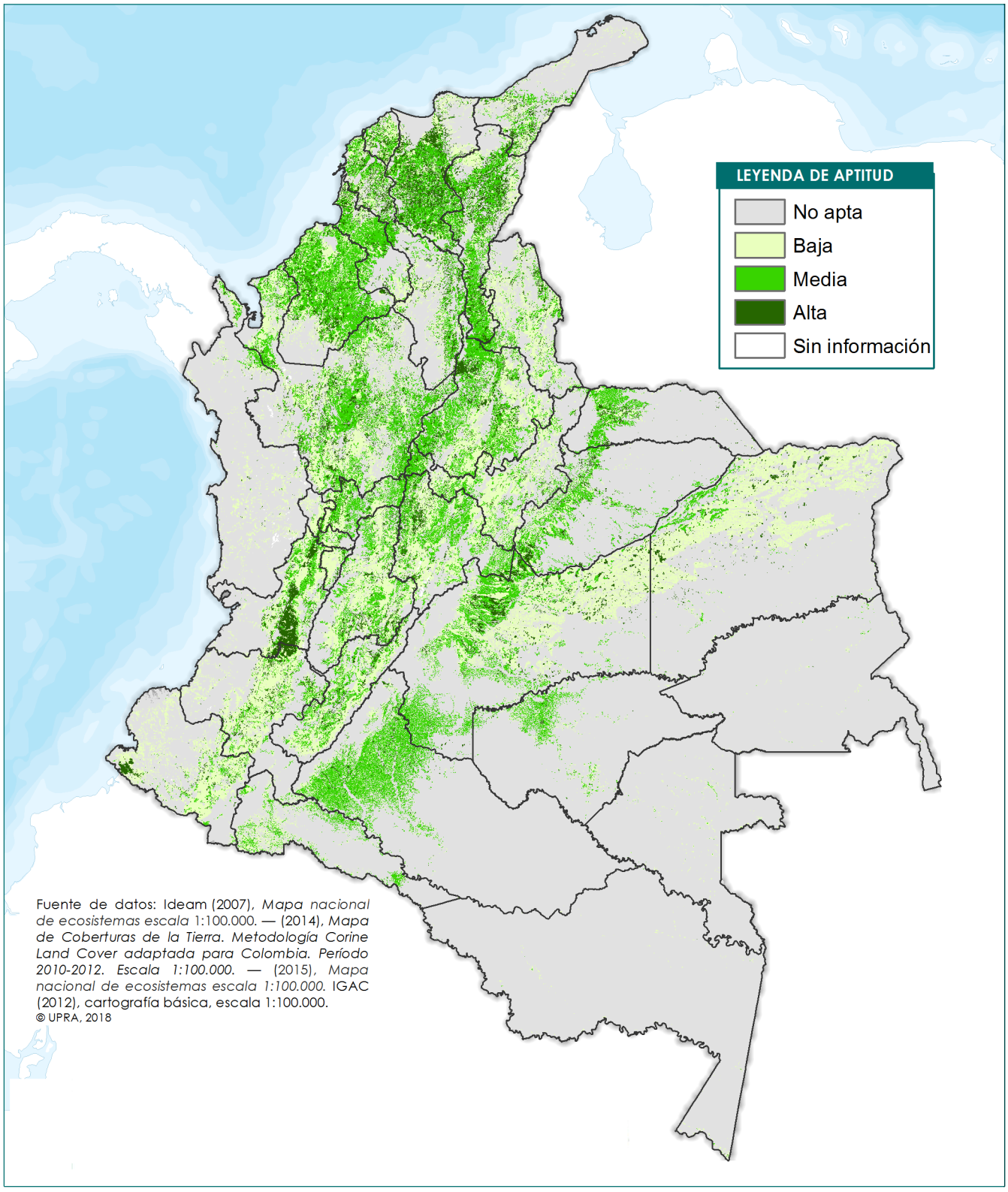
Unidades de cobertura sujetas a exclusión (N1)															
Biomas	**Tierras desnudas y degradadas**	**Turberas**	**Vegetación acuática sobre cuerpos de agua**	**Vegetación secundaria alta**	**Vegetación secundaria baja**	**Vegetación secundaria o en transición**	**Zonas arenosas naturales**	**Zonas de disposición de residuos**	**Zonas de extracción minera**	**Zonas glaciares y nivales**	**Zonas industriales y comerciales**	**Zonas pantanosas**	**Zonas portuarias**	**Zonas quemadas**	**Zonas verdes urbanas**
Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe															
Zonobioma húmedo tropical del Pacífico y 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: FAO.
- Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.* Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Lambin, E. y Gesit, H. (Eds.). (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts.* Berlin: Springer.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio cambio de cobertura



Fuente de datos: Ideam (2007), *Mapa nacional de ecosistemas escala* 1:100.000. — (2014), *Mapa de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010-2012. Escala 1:100.000.* — (2015), *Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

2.2 CRITERIO INTEGRIDAD ECOLÓGICA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistemico		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

- Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN).
- Índice de naturalidad por subzonas hidrográficas (Inat).
- Áreas de concentración de especies sensibles (ACES).

Definición

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 IE constituye una medida del funcionamiento permanente saludable o apropiado de los ecosistemas en un territorio, así como de la provisión continuada de recursos naturales y servicios ecosistémicos (autogenerados y autosostenibles), por lo que vincula el bienestar humano actual y futuro con el cuidado y protección de la tierra y sus ecosistemas como hábitat de las especies (Mackey, s. f.; Ciontescu, 2012).

La IE incorpora dinámicas tendientes a:

- 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 el deterioro del territorio, con el desarrollo de acciones ambientales sostenibles, 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 el estudio de la sostenibilidad ecológica y promover el intercambio abierto y la extensa aplicación del conocimiento adquirido.

Así, en la escala del presente trabajo, la integridad ecológica analiza los componentes estructurales y funcionales del sistema, mediante las siguientes variables:

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 (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. 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. En estas áreas predominan los procesos productivos sin interrupción a ciclos ecológicos esenciales, e incluso el establecimiento de cultivos puede 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 territorio[1] están determinadas por el área de las coberturas naturales en las cuales se desarrollan los procesos ecológicos esenciales, 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 las coberturas asociadas a procesos naturales (coberturas vegetales silvestres, cuerpos de agua, áreas húmedas y 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, dado que las labores productivas interrumpen el potencial para el desarrollo de procesos ecológicos naturales. Entre tanto, en las áreas con menor naturalidad, mayor será la aptitud para el establecimiento del cultivo, pues no interrumpe los procesos naturales e incluso potenciarían 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:

- Áreas prioritarias para la conservación (APC) (IAVH y ANH, 2010).
- Áreas de importancia para la conservación de aves (AICA) (IAVH, 2015).
- Agroecosistemas beneficiosos para las especies migratorias de Colombia (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, aumentando 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.

Importancia del criterio

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

El modelo parte de la premisa que la aptitud para el establecimiento de plantaciones de caucho varía en relación inversa con la integridad ecológica del territorio, de manera que la aptitud es baja donde existen altos valores ecológicos de conservación (AVC), pues deben primar las prácticas de preservación, conservación o restauración. La aptitud es alta en lugares donde dicha integridad es baja, 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 (2009) limita una interpretación actualizada de la situación ecosistémica real.

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.

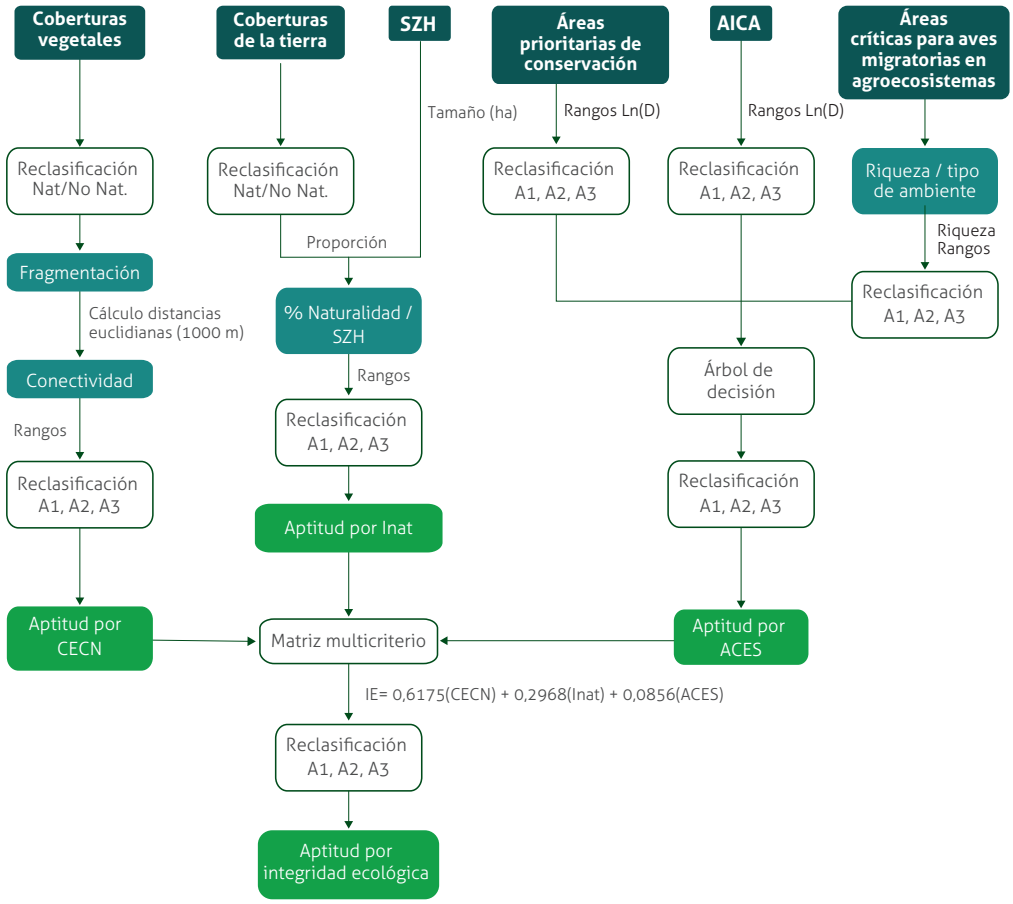
Valor de ponderación del criterio: 2,5 %

[1] *Se emplea la subzona hidrográfica (SZH) porque representa una unidad funcional hidrológica-natural y no administrativa.*

Metodología de evaluación

Para la evaluación del criterio se realiza el procesamiento de cada una de sus tres variables, como se describe a continuación:

Figura 1. Procedimiento para determinar la aptitud por integridad ecológica



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

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 realizar dicho análisis, se parte del mapa de coberturas de la tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010b). A partir de este, se realiza 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 establece 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 normalizan mediante la técnica de lógica difusa, empleando la herramienta *Fuzzy* del *software* ArcGis versión 10.3. La conectividad estructural así obtenida se distribuye en un rango entre 0 y 1, 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 de caucho. Los valores obtenidos se distribuyen en tres rangos, mediante el método de clasificación Natural Breaks, con lo cual se obtiene la siguiente calificación:

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 construye a partir de las coberturas naturales según la clasificación de Corine Land Cover (bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, Ideam, 2010b). Se realiza una intersección entre la capa de coberturas de la tierra con la de subzonas hidrográficas del «Estudio Nacional del Agua» (Ideam, 2010c).

De esta forma,

Inat = Superficie de coberturas naturales/tamaño de subzona hidrográfica

A partir de este cálculo, se establecen los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros adaptados a partir de Márquez (2003) y se reclasifican en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento del caucho natural:

Calificación de la variable Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica (adaptado de Márquez, 2003)		
Descripción	**Rango**	**Aptitud**
% Inat muy baja (vital) % Inat baja (estratégica) % Inat moderada	0-50	A1
% Inat alta	50-75	A2
% Inat muy alta (protección)	75-100	A3

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 áreas prioritarias de conservación (APC) a escala 1:100.000 (IAVH y ANH, 2013), se toma la información de especies sensibles en las APC, las cuales se relacionan con el tamaño de cada polígono para obtener la densidad de especies/km^2. Para incorporar esta información, se toman 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) con 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 asume 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 normalizan con la función logaritmo natural (ln) para obtener una mejor distribución de los datos. Los valores obtenidos se distribuyen en tres rangos, mediante el método de clasificación *Natural Breaks* del *software* ArcGis 10.3, con lo cual se obtiene la siguiente calificación:

Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en áreas prioritarias de conservación (APC)		
Descripción	**Rango**	**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 parte de la información suministrada por el IAVH de AICA (formato *shape*) y su base de datos asociada. Se depura la información de la siguiente forma:

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

Calificación de la variable Índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica (adaptado de Márquez, 2003)		
Descripción	**Rango**	**Aptitud**
% Inat muy baja (vital) % Inat baja (estratégica) % Inat moderada	0-50	A1
% Inat alta	50-75	A2
% Inat muy alta (protección)	75-100	A3

Con la información depurada, se calcula la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerable), que se reporta en cada AICA, y se divide por el área del AICA en km^2.

Con la información disponible se establecen dos zonas en el país: la primera corresponde al área donde no hay AICA (categoría de aptitud alta), la segunda agrupa aquellas áreas donde hay AICA establecidas (categoría de aptitud moderada y baja).

Las áreas donde hay AICA establecidas se clasifican de acuerdo con el valor de ln(D), mediante el método de clasificación *Natural Breaks* del *software* ArcGis 10.3. De esta forma, a los rangos definidos se les asigna la siguiente calificación:

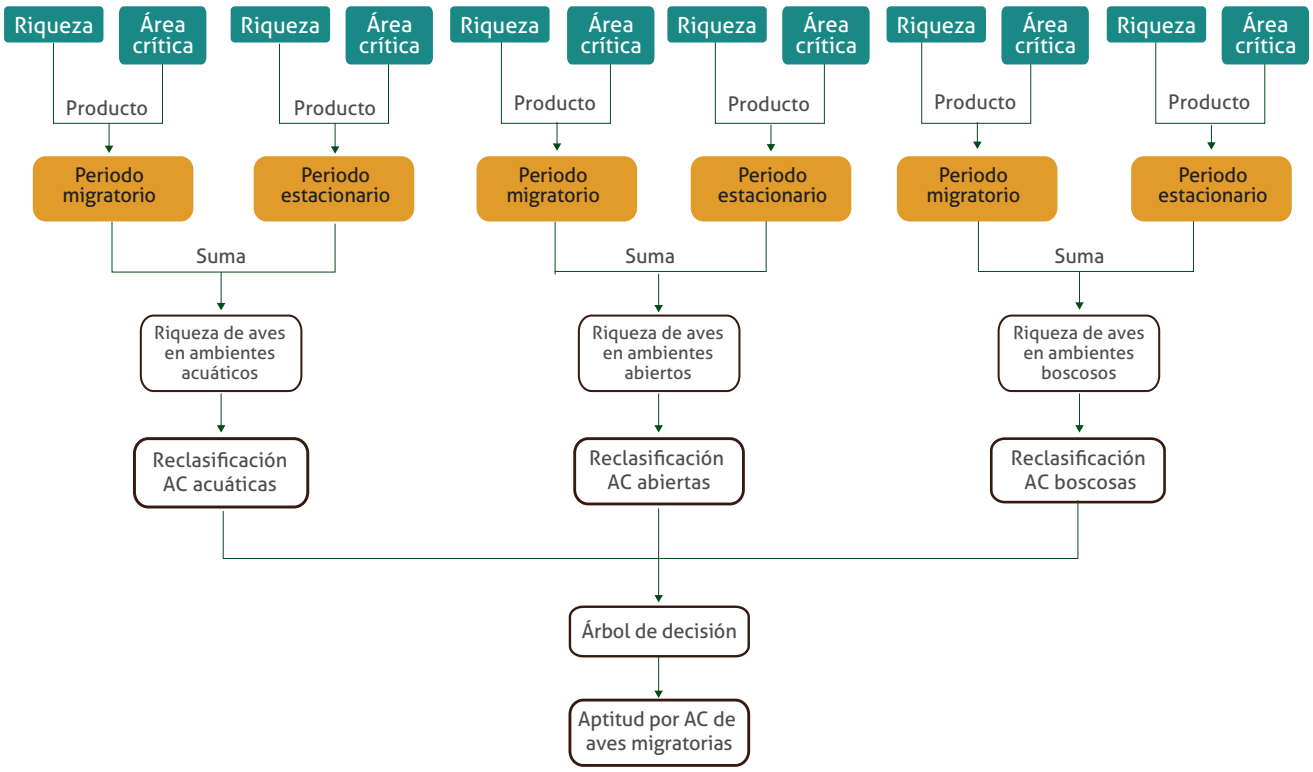
Calificación de la densidad (D) de especies sensibles en áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA)		
Descripción	**Rango (ln D)**	**Aptitud**
Áreas sin AICA	< -8,085	A1
AICA con densidad muy baja o baja de especies sensibles	-8,085 a -4,189	A2
Densidad moderada, alta o muy alta 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 emplean 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 a continuación (figura 2):

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



Se crea 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 obtiene 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 obtiene la importancia total para cada uno de los ambientes (bosque, abierto, acuático). El producto es 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 dividen en dos categorías mediante la utilización del método de clasificación *Natural Breaks* del *software* ArcGis 10.3. Posteriormente, se asigna el mayor valor de importancia a las áreas con alta riqueza, e importancia moderada a aquellas con menor valor de riqueza potencial.

Para los lugares que no existen áreas críticas se asigna la categoría «No aplica».

Finalmente, a partir de un árbol de decisión entre las categorías de importancia asignadas a cada uno de los ambientes, se establece la aptitud para el cultivo de caucho. Esta aptitud considera que el cultivo de caucho ofrece un ambiente con características más favorables para las especies de aves migratorias, asociadas a ambientes boscosos:

Reclasificación de aptitud para el cultivo de caucho de acuerdo con la importancia del hábitat de las aves migratorias			
Importancia de las áreas críticas			Aptitud
Bosque	Abiertos	Acuáticos	
Alta	Alta	Alta	A3
Alta	Alta	Moderada	A2
Alta	Alta	N/A	A2
Alta	Moderada	Moderada	A1
Alta	Moderada	N/A	A1
Alta	N/A	Alta	A2
Alta	N/A	Moderada	A2
Alta	N/A	N/A	A1
Moderada	Alta	Alta	A2
Moderada	Alta	Moderada	A2
Moderada	Alta	N/A	A2
Moderada	Moderada	Alta	A2
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	N/A	A2
Moderada	N/A	Alta	A2
Moderada	N/A	Moderada	A2
Moderada	N/A	N/A	A1
N/A	Alta	Alta	A3
N/A	Alta	Moderada	A3
N/A	Alta	N/A	A3
N/A	Moderada	Alta	A3
N/A	Moderada	Moderada	A3
N/A	Moderada	N/A	A3
N/A	N/A	Alta	A3
N/A	N/A	Moderada	A3
N/A	N/A	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 brinda la calificación.

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

d. Integración de variables:

Para la integración de las variables conectividad estructural de las coberturas naturales, índice de naturalidad y áreas de concentración de especies sensibles, se realiza 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 determinan mediante el establecimiento de una matriz multivariable en la que se comparan de forma pareada las variables y asignan 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 obtienen los valores de *a*, *b* y *c*, así:

$a = 0{,}6175$

$b = 0{,}2968$

$c = 0{,}0$

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:

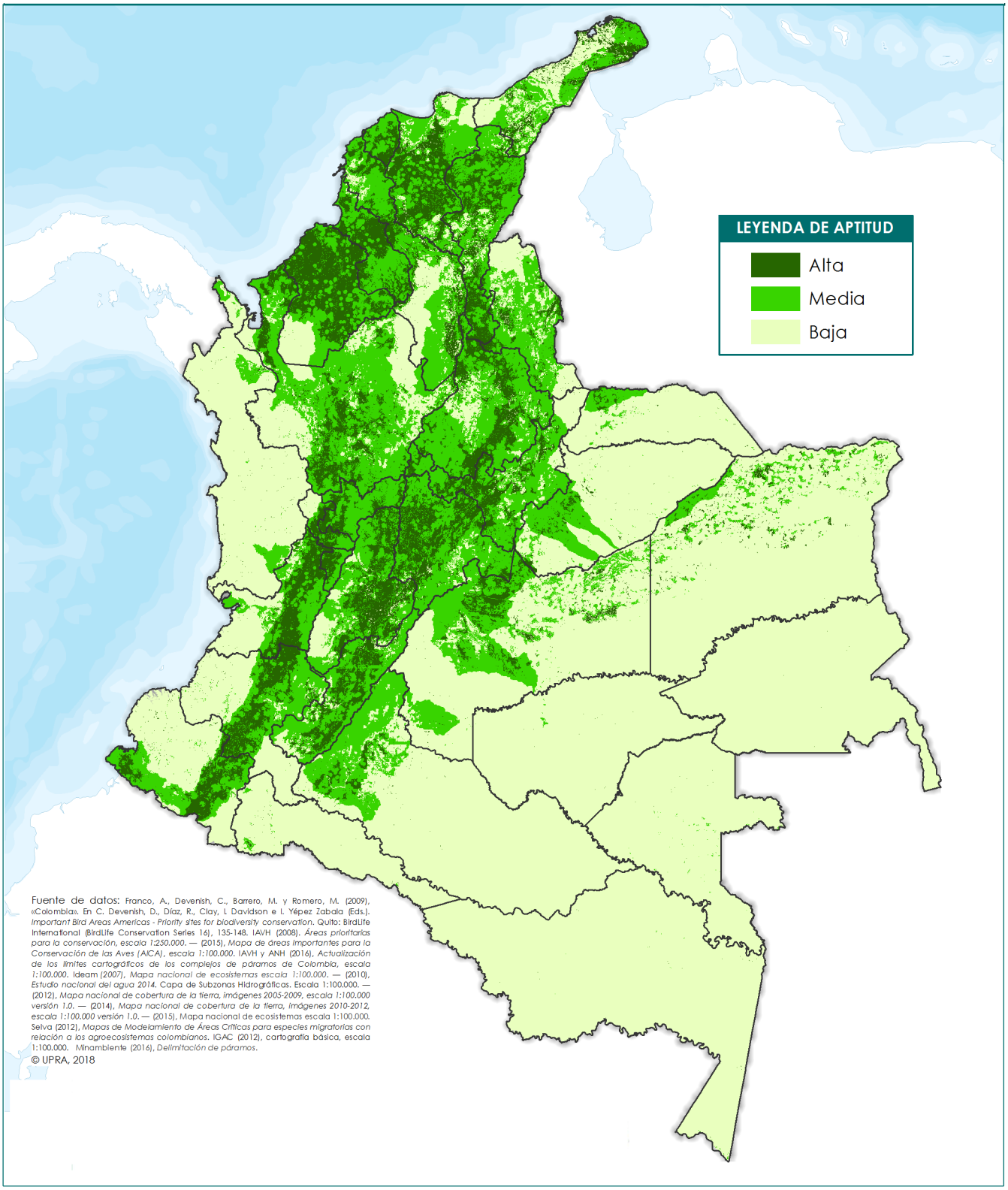
Aptitud para el establecimiento de plantaciones de caucho natural por integridad ecológica	
Descripción	**Aptitud**
Lugares donde la integridad ecológica es baja. La actividad productiva no irrumpe la conectividad natural, los espacios naturales o los procesos vitales de especies sensibles.	A1
Lugares donde la integridad ecológica es moderada. La actividad productiva irrumpe en grado moderado la conectividad natural, los espacios naturales o los procesos vitales de especies sensibles. Debe actuarse con cierta precaución durante el proceso productivo.	A2
Lugares donde la integridad ecológica es mayor. La actividad productiva irrumpe en mayor grado 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*. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 16), 135-148. Recuperado de <http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/IBAs/AmCntryPDFs/Colombia_es.pdf>
- García-Márquez, J., Moreno, M. y Sacharow, O. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia* (Informe final del Convenio 044 del 2012 entre Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA). Bogotá: s. e. Recuperado de < https://avesmigratoriascolombia.files.wordpress.com/2013/02/garcc3ada-marquez-et-al_modelamiento-de-c3a1reas-criticas-para-especies-migratorias.pdf>
- Instituto Alexander von Humboldt. (2015). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA), 1:100.000*. IAVH: Bogotá.
- Instituto Alexander von Humboldt (IAVH) y Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH). (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*. Bogotá: IAVH y ANH.
- Ideam. (2010b). *Leyenda nacional de cobertura de la tierra: metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogota: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- —. (2010c). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: Ideam.
- IGAC. (s. f.). *Mapa de división político administrativa de Colombia*.
- SELVA. (2012). *Agroecosistemas beneficiosos para las especies migratorias de Colombia*. (Informe final del Convenio 044 del 2012 entre SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA). Bogotá: s. e. Recuperado de < https://avesmigratoriascolombia.files.wordpress.com/2013/02/selva-2012_agroecosistemas-beneficiosos-para-especies-migratorias.pdf>
- SINA e IGAC. (2010). *Mapa de coberturas de la tierra. Escala 1:100.000*.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica



Fuente de datos: 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*. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 16), 135-148. IAVH (2008). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*. — (2015), *Mapa de áreas importantes para la Conservación de las Aves (AICA), escala 1:100.000*. IAVH y ANH (2016), *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000*. Ideam (2007), *Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000*. — (2010), *Estudio nacional del agua 2014*. Capa de Subzonas Hidrográficas. Escala 1:100.000. — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000 versión 1.0*. — (2014), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0*. — (2015), Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000. Selva (2012), *Mapas de Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minambiente (2016), *Delimitación de páramos*.

© UPRA, 2018

2.2.1 VARIABLE CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL DE LAS COBERTURAS NATURALES (CECN)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
Variable: conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)	**Unidad de medida:** distancia euclidiana (1000 m)	
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

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 (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 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 interrupción a ciclos ecológicos esenciales, e incluso el establecimiento de cultivos puede generar opciones para incrementar la continuidad de los procesos naturales.

Importancia de la variable para el cultivo

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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

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 *software* ArcGis:

Limitantes de la evaluación de la variable

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

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 parte del mapa de coberturas de la tierra, adaptada para Colombia (Ideam, 2010b). Se toman todos los tipos de coberturas vegetales naturales como objeto foco de conectividad, y se realiza el análisis por medio de las métricas de paisaje como la fragmentación, utilizando la distancia euclidiana de núcleos (empleando una distancia de 1000 m entre núcleos).

Metodología de procesamiento de la información

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 distribuye en un rango entre 0 y 1, en el que 0 representa la menor conectividad y 1, la mayor conectividad, y se reclasifica en términos de la aptitud para establecimiento de cultivos de caucho.

Calificación de la variable
Conectividad estructural de las coberturas naturales (CECN)

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

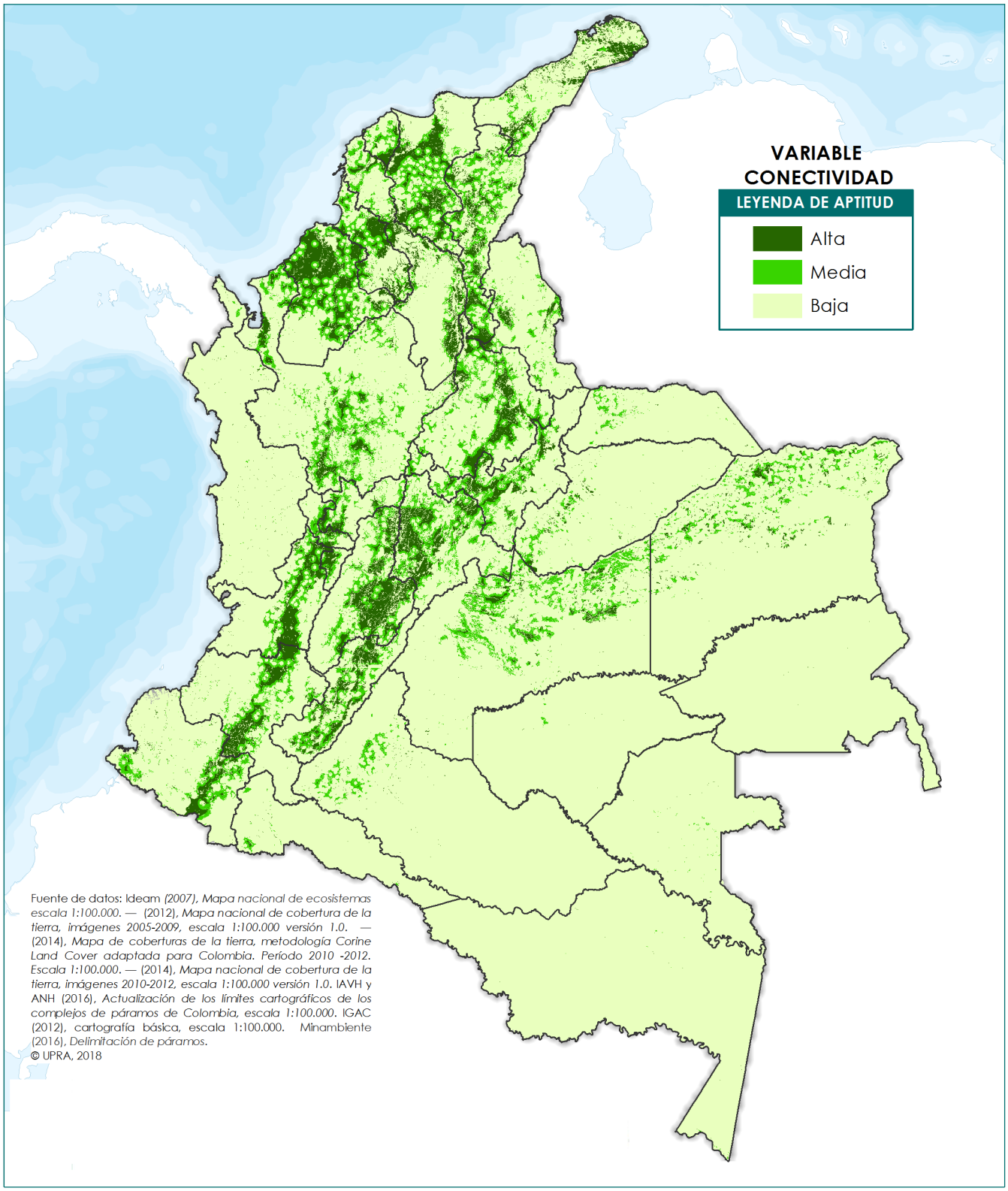
Unidad de análisis	Corresponde a polígonos de conectividad (distancias euclidianas).

Fuentes de información

- Ideam. (2010b). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica



Fuente de datos: Ideam *(2007), Mapa nacional de ecosistemas escala 1:100.000.* — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000 versión 1.0.* — (2014), *Mapa de coberturas de la tierra, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Período 2010 -2012. Escala 1:100.000.* — (2014), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2010-2012, escala 1:100.000 versión 1.0.* IAVH y ANH (2016), *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minambiente (2016), *Delimitación de páramos.*

© UPRA, 2018

2.2.2. VARIABLE ÍNDICE DE NATURALIDAD (Inat)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
Variable: índice de naturalidad (Inat)	**Unidad de medida:** proporción de área de la subzona hidrográfica (%).	
Tipo de criterio	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

La prestación de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad ambiental en un área geográfica de análisis[2] 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, etc.), en proporción al tamaño de la SZH. Así, entre más alta sea la naturalidad, menor será la aptitud para el establecimiento de cultivos, pues 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 lo que no interrumpe los procesos naturales, e incluso potenciaría la prestación de algún servicio ecosistémico en comparación con la cobertura existente.

Importancia de la variable para el cultivo

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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

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.

Limitantes de la evaluación de la variable

Al tomar como base la capa oficial de coberturas de la tierra 2009 y su leyenda adaptada para Colombia (Ideam, 2010b), su información tiene cierto nivel de discrepancia con la realidad, en función de los cambios que se hayan producido hasta el 2015.

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, 2010b). Para esto, se realiza el cruce cartográfico de la capa de cobertura de la tierra con el de subzonas hidrográficas del «Estudio Nacional del Agua» (Ideam, 2010c), en relación con la unidad geográfica de análisis (la subzona hidrográfica) por tratarse de una unidad hidrológica funcional para la gestión del territorio.

[2] *Se emplea la subzona hidrográfica (SZH) porque representa una unidad funcional hidrológica –natural y no administrativa*

Metodología de procesamiento de la información

Inat = Superficie de coberturas naturales/tamaño de subzona hidrográfica

Se establecen los siguientes rangos, de acuerdo con los parámetros establecidos por Márquez (2003), y se reclasifican en términos de su aporte a la aptitud para el establecimiento de plantaciones comerciales de caucho natural:

Calificación de la variable índice de naturalidad (Inat) por subzona hidrográfica (adaptado de Márquez, 2003)

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

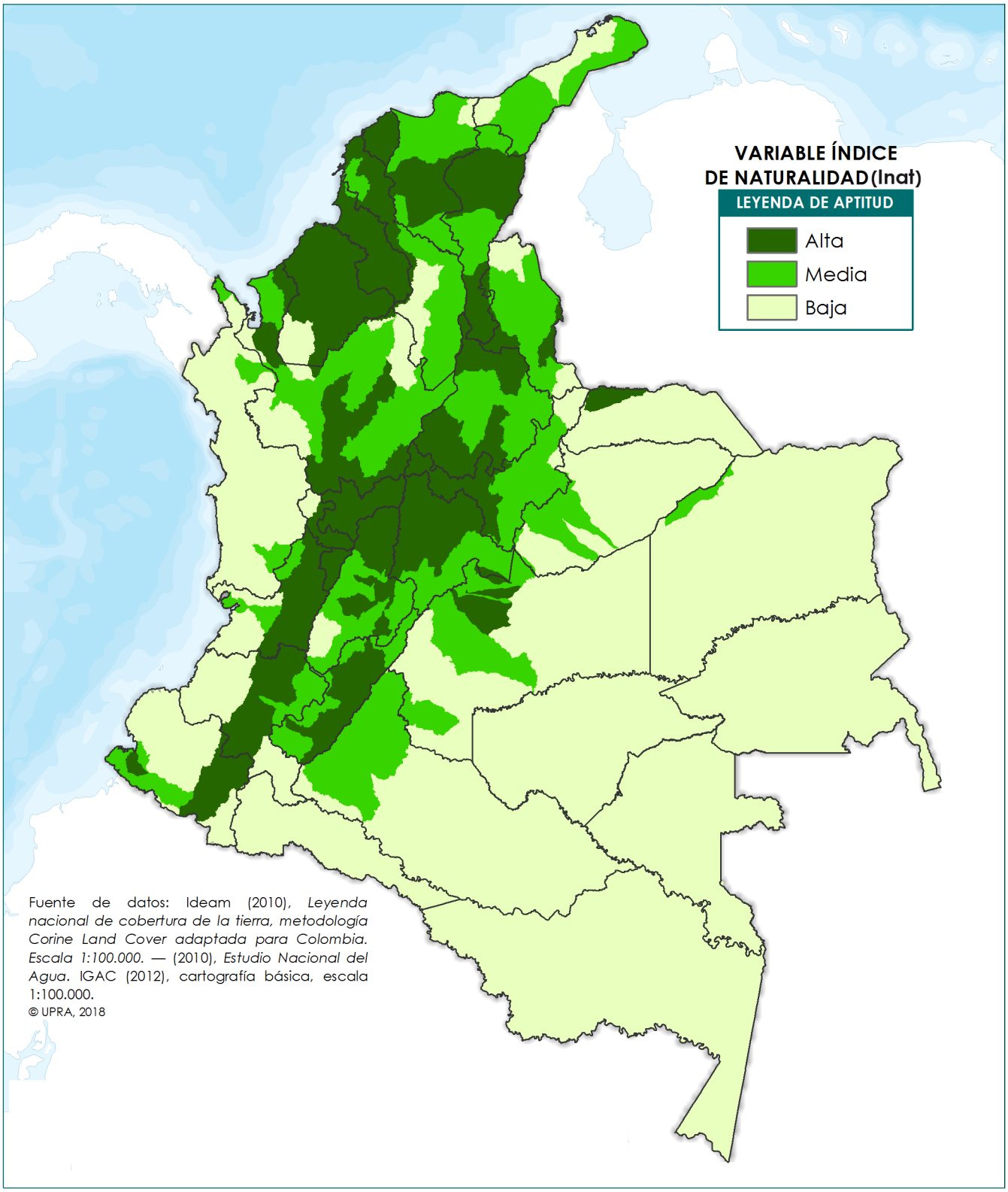
Unidad de análisis	Corresponde a polígonos de las subzonas hidrográficas.

Fuentes de información

- Ideam. (2010b). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogota: Ideam.
- Ideam. (2010c). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: Ideam.
- Márquez, C. (2003). *Ecosistemas estratégicos*. Sociedad Geográfica de Colombia. Recuperado de <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica



Fuente de datos: Ideam (2010), *Leyenda nacional de cobertura de la tierra, metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000.* — (2010), *Estudio Nacional del Agua*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

2.2.3 VARIABLE ÁREAS DE CONCENTRACIÓN DE ESPECIES SENSIBLES (ACES)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: INTEGRIDAD ECOLÓGICA		
Variable: áreas de concentración de especies sensibles (ACES)	**Unidad de medida:** adimensional [ln (spp/km²)]	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

La representatividad ecosistémica en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Sinap) es reducida y, con ello, el potencial para la conservación de la biodiversidad del país 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 por medio 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 de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA).

Importancia de la variable para el cultivo

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo puede generar un riesgo potencial de afectación a la biodiversidad sensible en áreas no protegidas.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado, según el criterio asociado

La concentración de especies sensibles es una variable que no genera exclusiones. 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 y control biológico de plagas, entre otros), 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.

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:

APC	AICA	AC (migratorias)	Aptitud
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
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

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 mide por medio de la densidad de especies sensibles por kilómetro cuadrado, en áreas prioritarias de conservación (APC) no declaradas en el Sinap, para lo cual se toma de base la información generada por el IAVH y la ANH en 2013, en el portafolio de áreas prioritarias de conservación (APC), escala 1:100.000.

Para incorporar esta información se toman 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 con el tamaño del área que las contiene (sitios de mayor concentración o densidad de especies), menor será la compatibilidad del territorio con la actividad de reforestación comercial.

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

Para aquellos polígonos sin información se asume 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)	Código
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 requiere inicialmente la solicitud de la información oficial al IAVH, el cual facilita el último shape y una base de datos con información de especies de cada una de las AICA. Posteriormente, se realiza una depuración de la información:

- Se eliminan de la base de datos de especies las AICA que no tengan polígono en el shape entregado.
- Se organiza la información por AICA y se eliminan duplicados de la información en cuanto a especies.
- Se obtiene 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 calcula la densidad mediante el número de especies amenazadas (en peligro crítico, en peligro y vulnerables) que se reporta en cada AICA, de acuerdo con la base de datos facilitada, y se divide por el área del AICA en km^2.

Finalmente, para la reclasificación se calcula el logaritmo natural de la densidad obtenida y de allí se determinan los rangos para su reclasificación:

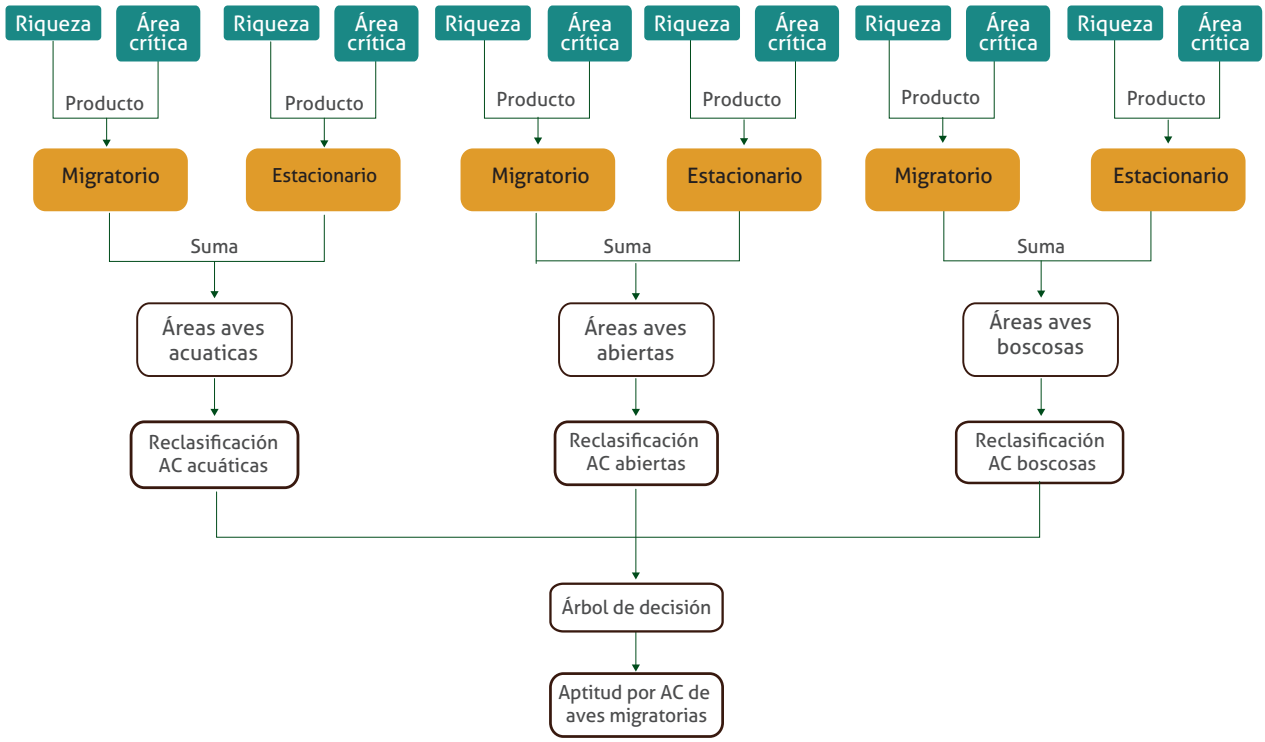
Descripción	Rango (ln D)	Código
Áreas sin identificación de AICA	< -0,085	A1
AICA muy baja de especies sensibles	De -0,085 a -4,189	A2
AICA baja de especies sensibles		
AICA moderada de especies sensibles	De -4,189 a 1,67	A3
AICA alta de especies sensibles		
AICA muy alta de especies sensibles		

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 emplean las capas de áreas críticas y riqueza potencial del grupo taxonómico de aves asociadas con 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 siguiente figura:

Figura 3. Procedimiento para determinar la aptitud por áreas críticas para especies migratorias



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

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

Después, para el grupo de aves de cada tipo de ambiente, se suman 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. De esta forma, entre estas dos capas generadas (migratorio y estacional), se realiza 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 con cada tipo de ambiente se reclasifica el cuadro resultante de los tres pasos anteriores, asignando mayor valor de importancia a aquellos lugares que representan hábitats críticos, a lo largo de todo el ciclo de migración, como se muestra en el siguiente cuadro:

Reclasificación de aptitud para el cultivo de caucho de acuerdo con la importancia del hábitat para aves asociadas a diferentes tipos de ambientes			
Bosque	**Abiertos**	**Acuáticos**	**Aptitud caucho**
Alta	Alta	Alta	A3
Alta	Alta	Moderada	A2
Alta	Alta	N/A	A2
Alta	Moderada	Alta	A2

Reclasificación de aptitud para el cultivo de caucho de acuerdo con la importancia del hábitat para aves asociadas a diferentes tipos de ambientes			
Bosque	**Abiertos**	**Acuáticos**	**Aptitud caucho**
Alta	Moderada	Moderada	A1
Alta	Moderada	N/A	A1
Alta	N/A	Alta	A2
Alta	N/A	Moderada	A2
Alta	N/A	N/A	A1
Moderada	Alta	Alta	A2
Moderada	Alta	Moderada	A2
Moderada	Alta	N/A	A2
Moderada	Moderada	Alta	A2
Moderada	Moderada	Moderada	A2
Moderada	Moderada	N/A	A2
Moderada	N/A	Alta	A2
Moderada	N/A	Moderada	A2
Moderada	N/A	N/A	A1
N/A	Alta	Alta	A3
N/A	Alta	Moderada	A3
N/A	Alta	N/A	A3
N/A	Moderada	Alta	A3
N/A	Moderada	Moderada	A3
N/A	Moderada	N/A	A3
N/A	N/A	Alta	A3
N/A	N/A	Moderada	A3
N/A	N/A	N/A	A1

Para integrar toda la información de concentración de especies sensibles relacionada con biodiversidad, y evitar redundancias, se realiza una combinación de 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

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

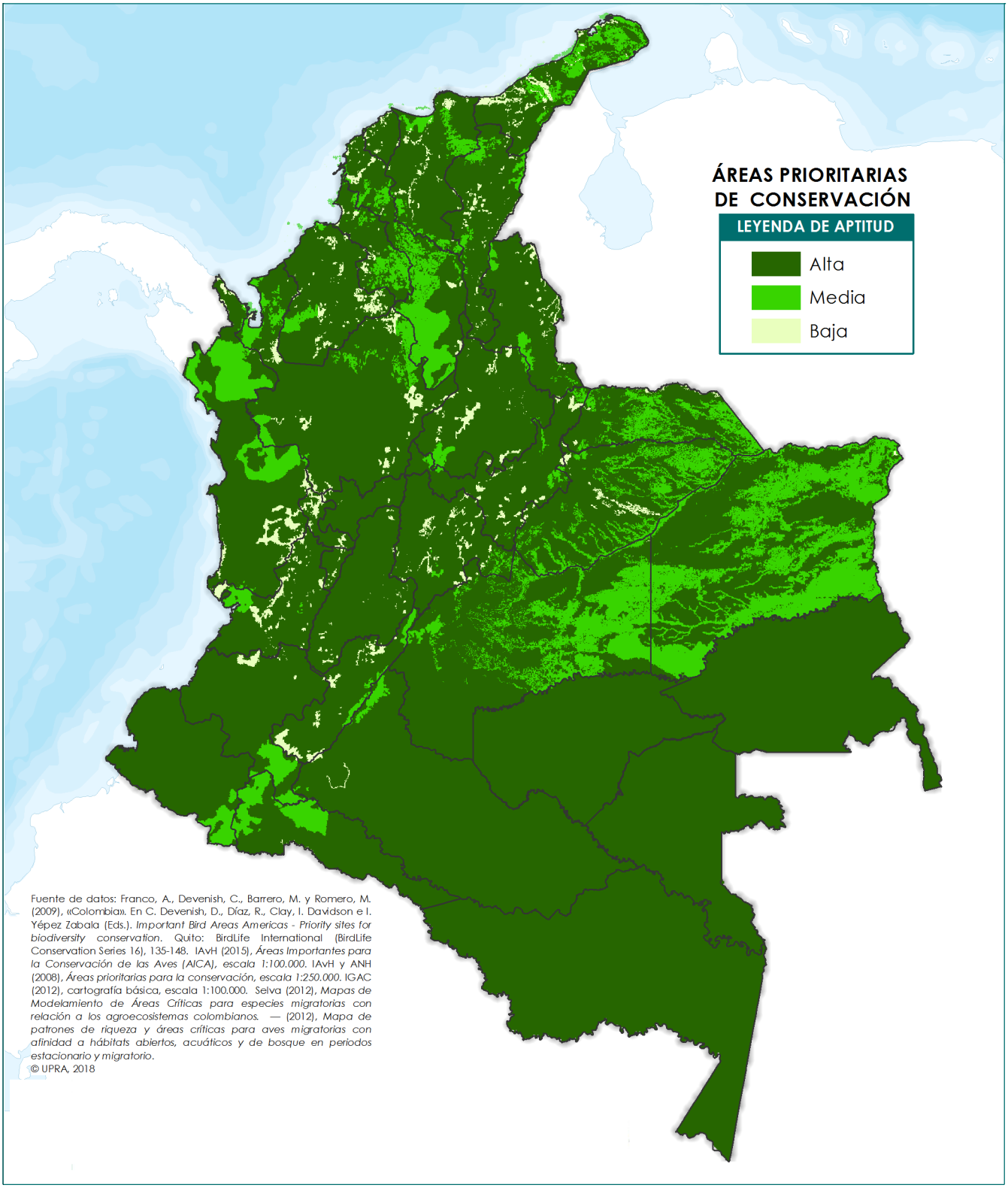
Unidad de análisis	**Polígonos identificados como de especial importancia para la conservación de la vida silvestre tanto en el portafolio de áreas prioritarias como en las áreas de importancia para la conservación de aves silvestres (AICA).**

Fuentes de información

- Franco, A., Devenish, C., Barrero, M. y Romero, M. (2009). «Colombia». En C. Devenish, D., Díaz, R., Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation.* Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 16), 135-148. Recuperado de <http://datazone.birdlife.org/userfiles/file/IBAs/AmCntryPDFs/Colombia_es.pdf>
- García-Márquez, J., Moreno, M. y Sacharow, O. (2012). *Modelamiento de áreas críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas de Colombia* (Informe final del Convenio 044 del 2012 entre Fundación SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA). Bogotá: s. e. Recuperado de < https://avesmigratoriascolombia.files.wordpress.com/2013/02/garcc3ada-marquez-et-al_modelamiento-de-c3a1reas-criticas-para-especies-migratorias.pdf>
- IAVH. (2015). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA).* Bogotá: IAVH.
- IAVH y ANH. (2010). *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000.* Bogotá: IAVH y ANH.
- SELVA (2012). *Agroecosistemas beneficiosos para las especies migratorias de Colombia.* (Informe final del Convenio 044 del 2012 entre SELVA: Investigación para la Conservación en el Neotrópico y UPRA). Bogotá: s. e. Recuperado de < https://avesmigratoriascolombia.files.wordpress.com/2013/02/selva-2012_agroecosistemas-beneficiosos-para-especies-migratorias.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica

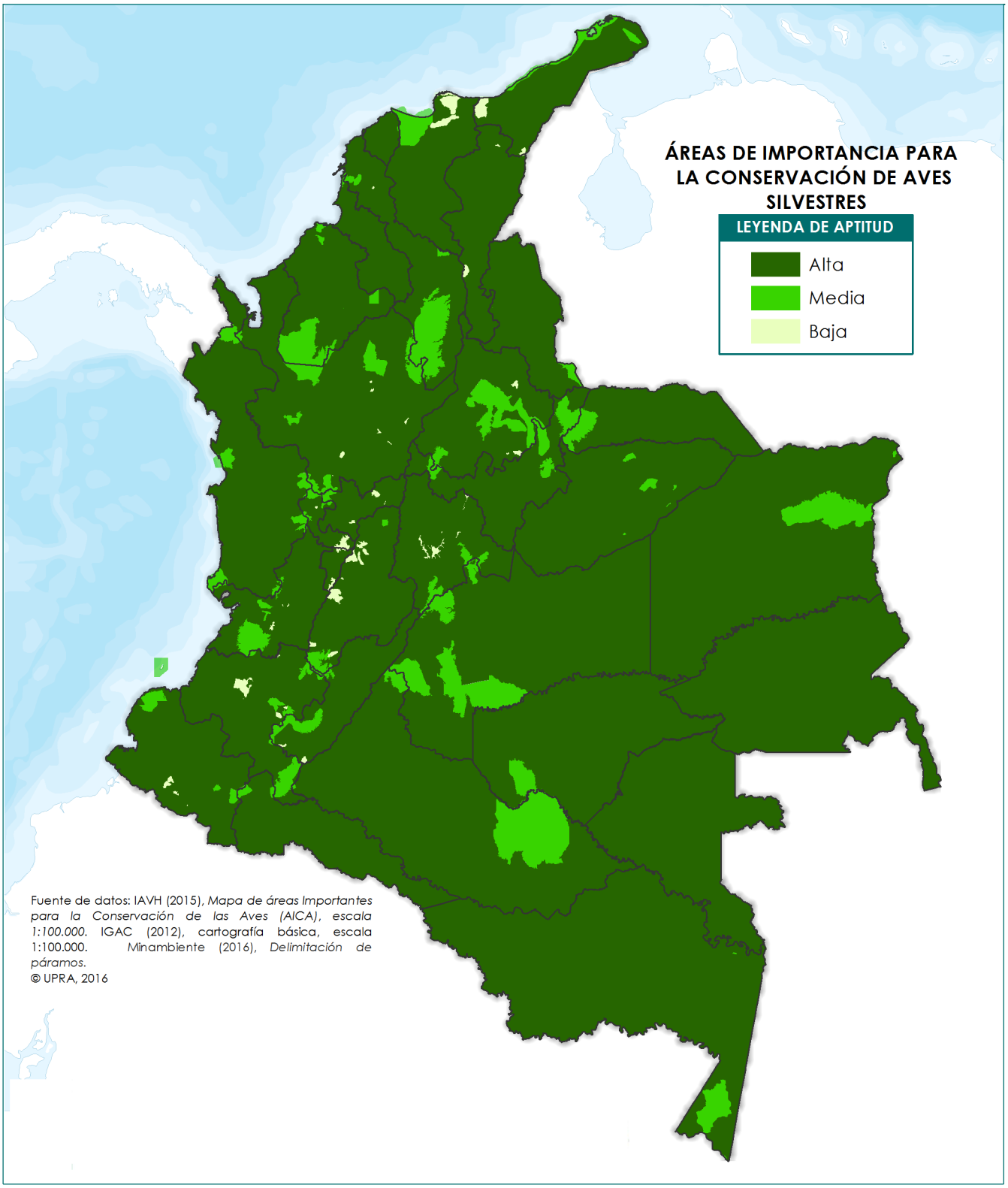


Fuente de datos: Franco, A., Devenish, C., Barrero, M. y Romero, M. (2009), «Colombia». En C. Devenish, D., Díaz, R., Clay, I. Davidson e I. Yépez Zabala (Eds.). *Important Bird Areas Americas - Priority sites for biodiversity conservation*. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 16), 135-148. IAvH (2015), *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA), escala 1:100.000*. IAvH y ANH (2008), *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Selva (2012), *Mapas de Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos*. — (2012), *Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio*.

© UPRA, 2018

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica

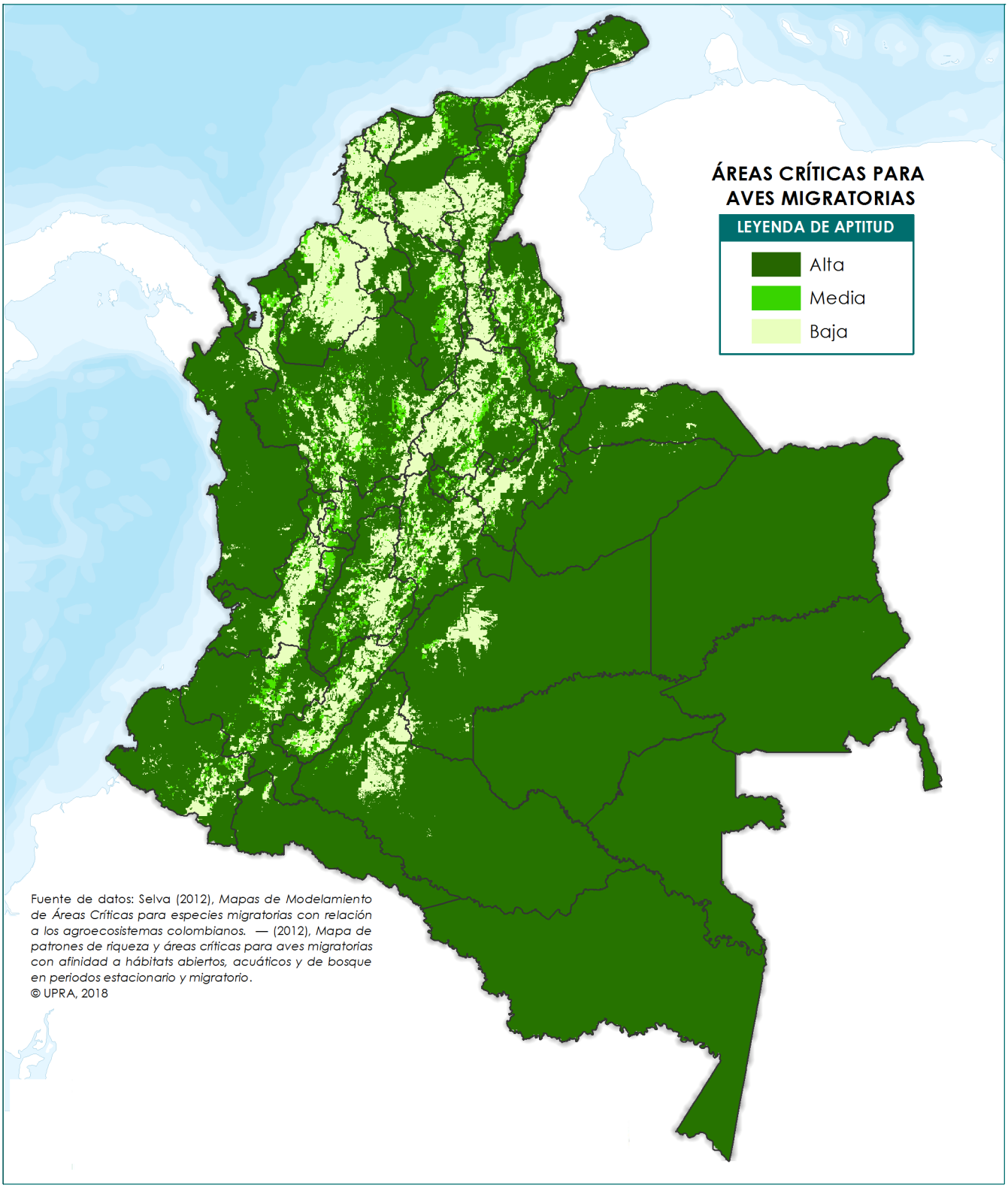


Fuente de datos: IAVH (2015), *Mapa de áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA), escala 1:100.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minambiente (2016), *Delimitación de páramos.*

© UPRA, 2016

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica

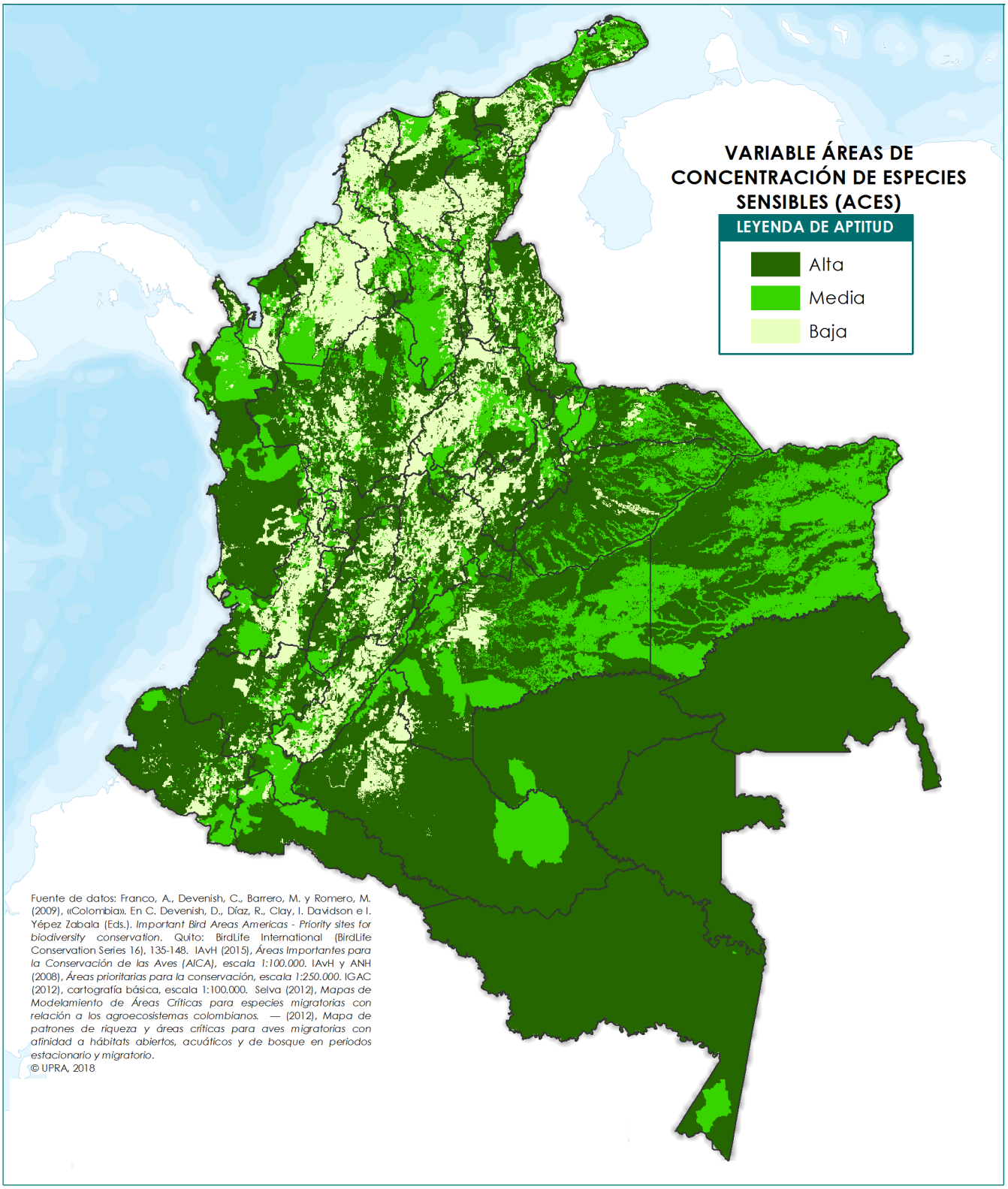


Fuente de datos: Selva (2012), *Mapas de Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos.* — (2012), *Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio.*

© UPRA, 2018

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio integridad ecológica



Fuente de datos: 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*. Quito: BirdLife International (BirdLife Conservation Series 16), 135-148. IAvH (2015), *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICA), escala 1:100.000*. IAvH y ANH (2008), *Áreas prioritarias para la conservación, escala 1:250.000*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Selva (2012), *Mapas de Modelamiento de Áreas Críticas para especies migratorias con relación a los agroecosistemas colombianos.* — (2012), *Mapa de patrones de riqueza y áreas críticas para aves migratorias con afinidad a hábitats abiertos, acuáticos y de bosque en periodos estacionario y migratorio*.

© UPRA, 2018

2.3 CRITERIO APROPIACIÓN DE AGUA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: apropiación de agua	**Unidad de medida:** Mm³/ha/año	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

El criterio está compuesto por una sola variable: apropiación de agua.

Definición

Representa la cantidad de agua 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 la producción del látex de caucho. Del 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 (látex) o por vía evapotranspiración desde el cultivo.

Este requerimiento de agua, es suplido en la unidad geográfica de análisis[3], 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 planta, mayor será la cantidad de elementos involucrados para el suministro y mayor será la competencia frente a las demás coberturas y los usos establecidos en la unidad de análisis.

Este abastecimiento suple diferentes aspectos, como el crecimiento de la especie, la producción agrícola y la neutralización de los principales contaminantes generados por la dinámica de producción, hasta concentraciones aceptables en los cuerpos de agua, de acuerdo con los niveles permitidos por la normativa ambiental del país.

Así, ante la prospectiva de una demanda adicional en la unidad de análisis (el cultivo de caucho a establecer) y la situación de un consumo real en cada subzona hidrográfica dada por las coberturas y usos establecidos, se plantea la disyuntiva acerca de la sostenibilidad hídrica del nuevo cultivo, bien por competencia frente a las demás coberturas y usos, bien por riesgo en el abastecimiento para el cultivo.

De acuerdo con WWF (2012), la apropiación de agua para el cultivo de caucho es baja en comparación con la de otros cultivos de importancia en el país, tal como se muestra a continuación, en la que se destaca únicamente el uso del agua contenida en el suelo y la lluvia (huella hídrica verde) y la marginalidad de uso de agua para riego.

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

Código FAO	Cultivo	Huella hídrica verde (Hm³/año)	Huella hídrica azul (Hm³/año)	Huella hídrica gris (Hm³/año)	Total (Hm³/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

[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» (Ideam, 2010).*

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 del criterio

Permite estimar la sostenibilidad hídrica de la unidad geográfica de análisis polígonos de ETR x SZH) en el escenario potencial de establecimiento de una nueva nueva plantación de caucho natural con fines comerciales. De esta forma, es posible identificar si dada la capacidad hídrica de la SZH se configura un riesgo para el abastecimiento del cultivo, o si al establecerse, entra en competencia con los ecosistemas, agrosistemas y demás usos existentes en el interior de la unidad.

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, la aptitud varía entre un máximo de aptitud alta en aquellos lugares de ETR x SZH, 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 baja es establecido para aquellos lugares en situación de mayor déficit hídrico en los cuales el establecimiento del cultivo puede generar un riesgo por desabastecimiento tanto para la plantación 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 consultivo (ETR) e índice de uso de agua por el cultivo (IUAc).

Rangos de aptitud por apropiación de agua

Rango de variación	Descripción	Aptitud
A1A1, A1A2, A2A1	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.	A1
A1A3, A2A2, A3A1	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.	A2
A2A3, A3A2, A3A3	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.	A3

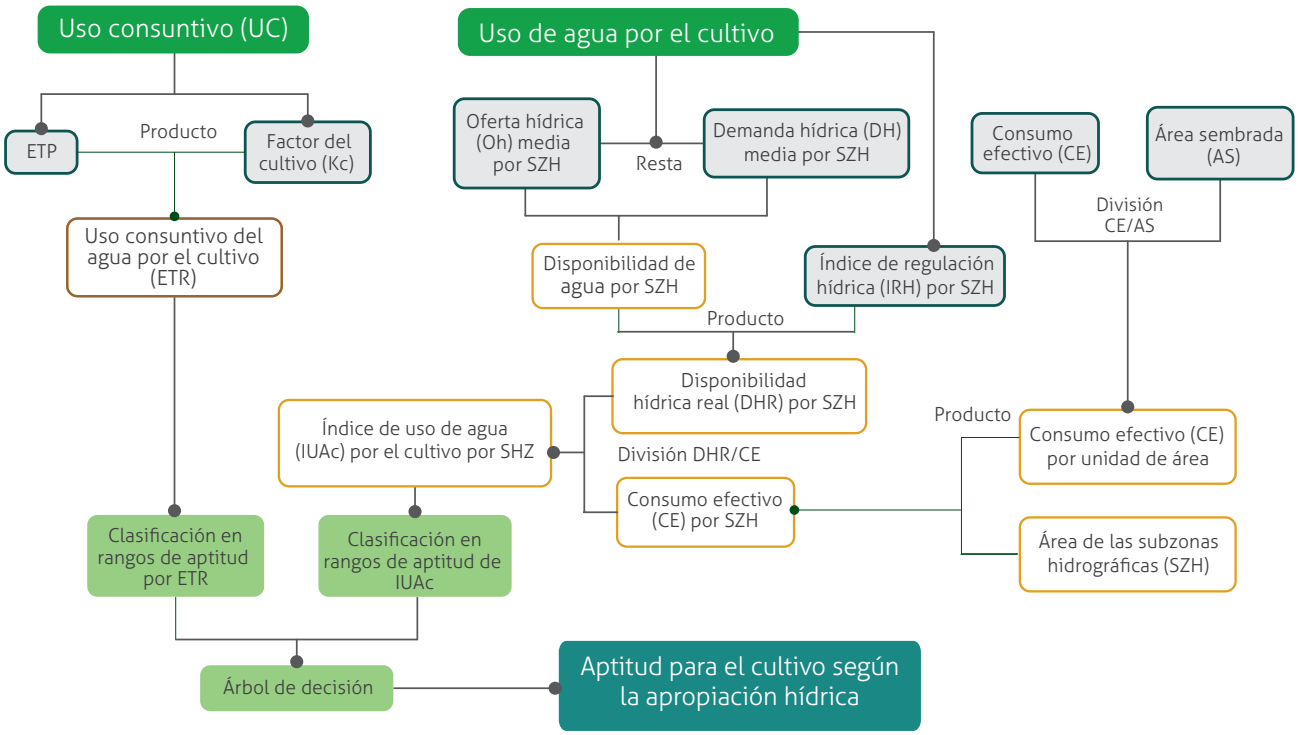
Para el procesamiento del componente de índice de uso de agua por el cultivo, se recurre al dato de área sembrada para la estimación del consumo efectivo por unidad de área, lo cual depende de la confiabilidad de los datos de censos.

Valor de ponderación del criterio: 2,2 %

Metodología de evaluación

Para el procesamiento de la variable de apropiación de agua para el cultivo, se sigue la metodología que se presenta en la siguiente figura:

Figura 4. Metodología para el cálculo de la apropiación de agua para el cultivo de caucho

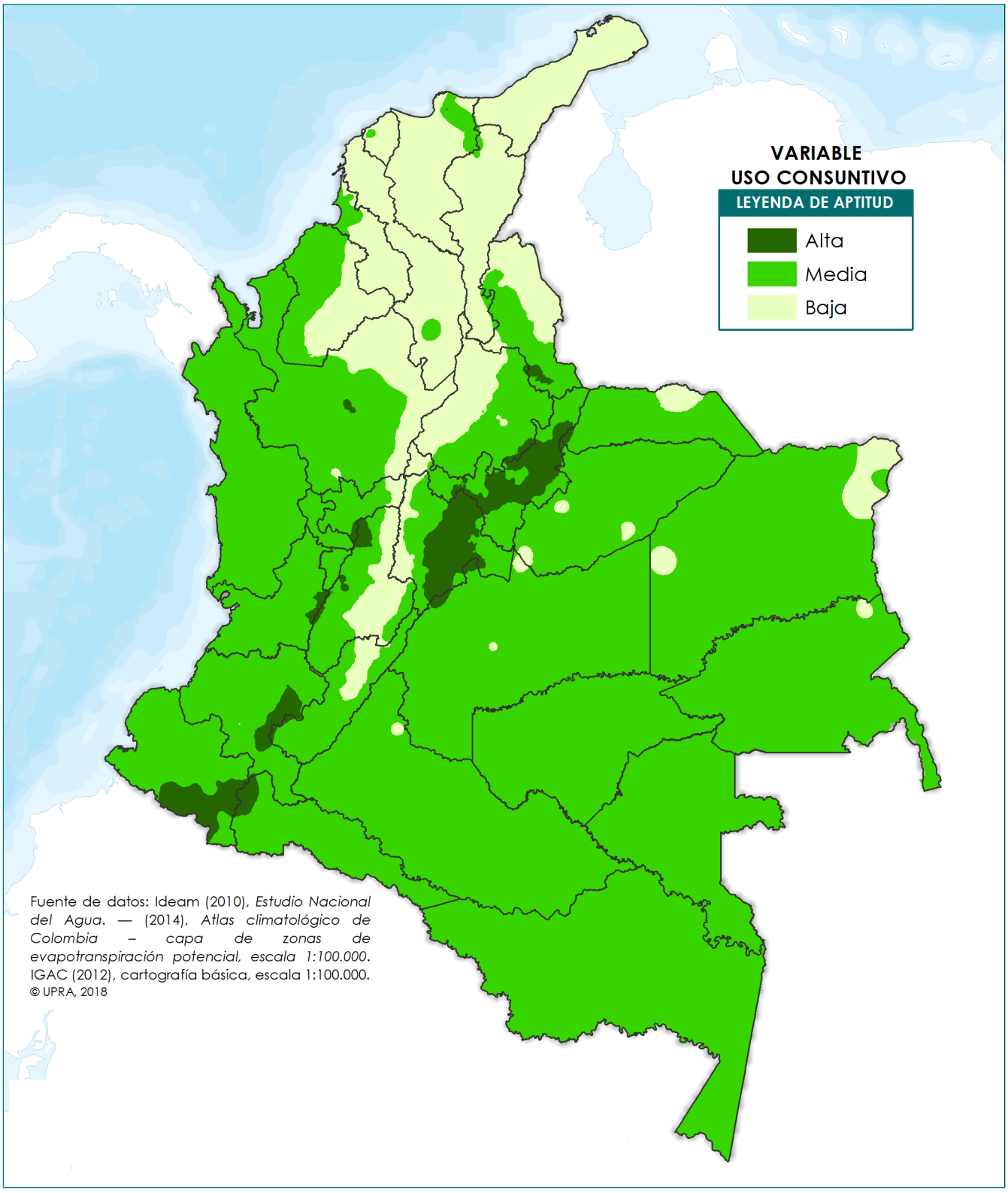


Fuentes de información

- Di Gregorio, A. (2005). *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra: conceptos de clasificación y manual para el usuario.* Roma: FAO.
- González, M., Saldarriaga, G. y Jaramillo, Ó. (2010). «Estimación de la demanda de agua: conceptualización y dimensionamiento de la demanda hídrica sectoria». *Estudio Nacional del Agua 2010.* Bogotá: Ideam. Recuperado de < http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP5.pdf>
- Ideam, IGAC, IAVH, Invemar, I. Sinchi e IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia.* Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi).
- Ideam. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.
- Lambin, E. y Gesit, H. (Eds.). (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts.* Berlin: Springer.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio apropiación del agua

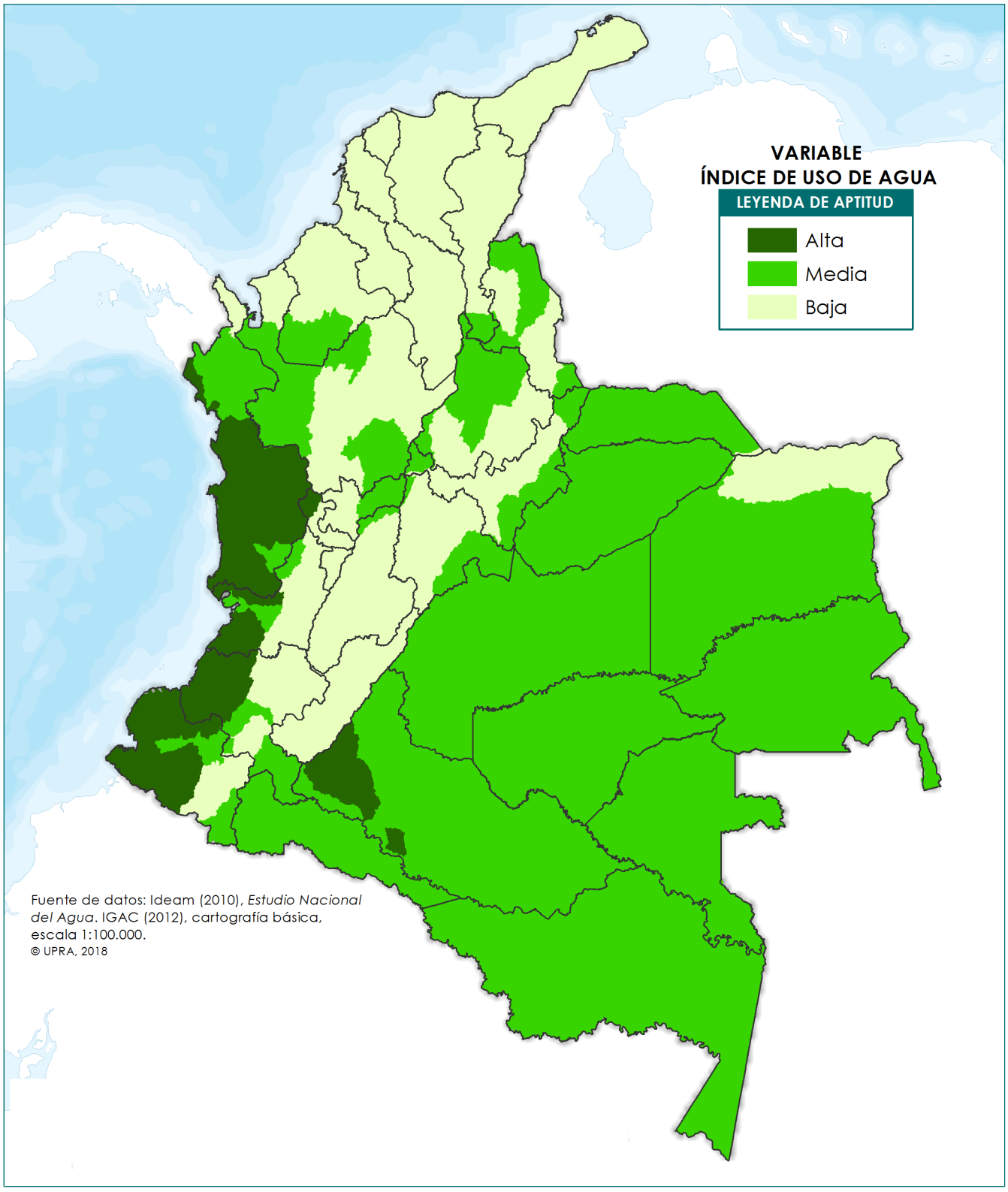


Fuente de datos: Ideam (2010), *Estudio Nacional del Agua*. — (2014), *Atlas climatológico de Colombia – capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

Representación cartográfica del criterio

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio apropiación del agua

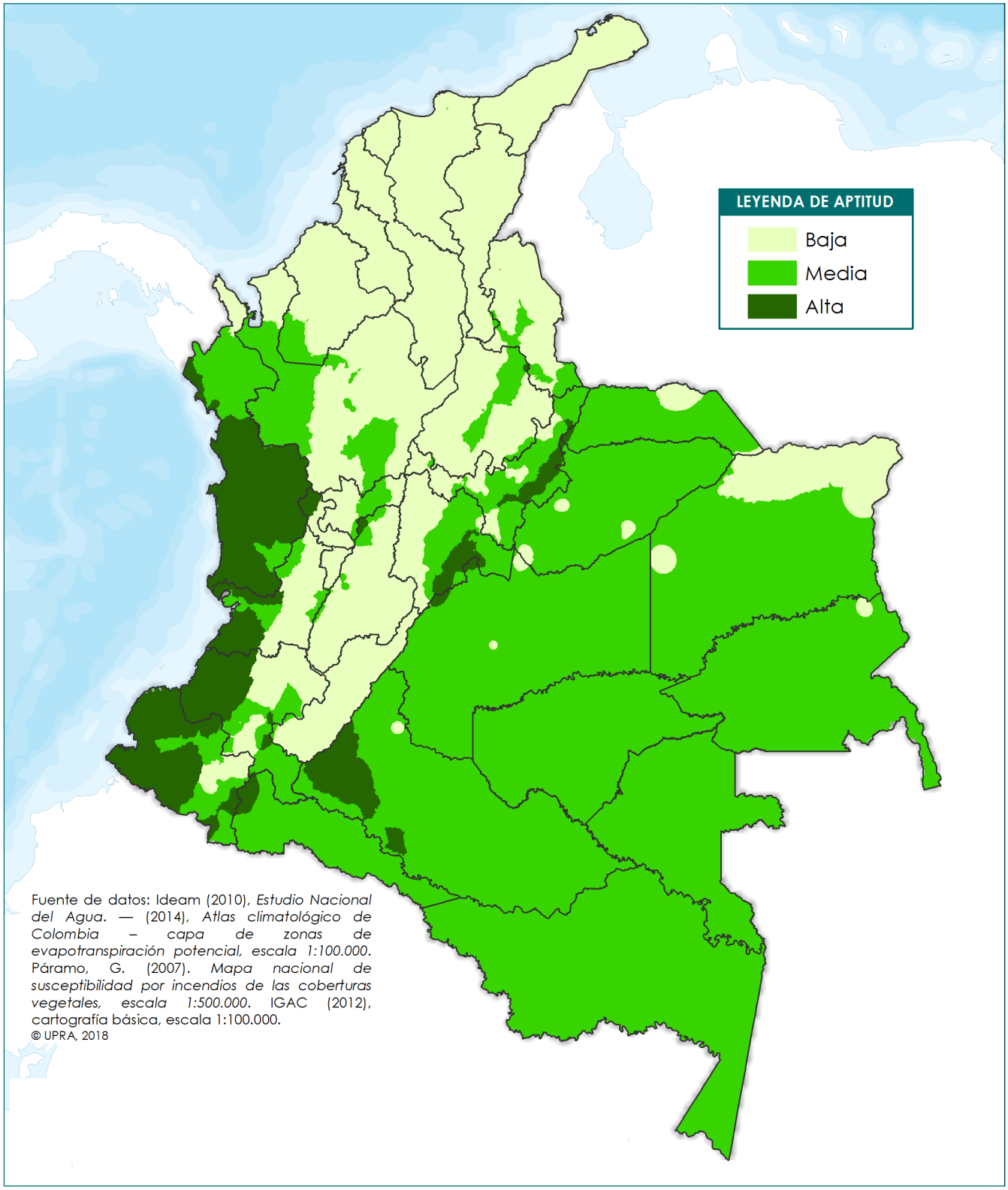


Fuente de datos: Ideam (2010), *Estudio Nacional del Agua*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

Representación cartográfica del criterio

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio apropiación del agua



Fuente de datos: Ideam (2010), *Estudio Nacional del Agua*. — (2014), *Atlas climatológico de Colombia – capa de zonas de evapotranspiración potencial, escala 1:100.000*. Páramo, G. (2007). *Mapa nacional de susceptibilidad por incendios de las coberturas vegetales, escala 1:500.000*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

2.4 CRITERIO VARIACIÓN DEL CONTENIDO ESTIMADO DE CARBONO

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: 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

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 CO_2 de la atmósfera, entre otros. Los ecosistemas contribuyen a la regulación de CO_2 de la atmósfera por medio del almacenamiento del carbono en la biomasa y el suelo, siendo quizás el más reconocido de todos los servicios de los ecosistemas (IPCC, 2006; Stern, 2007; Canadell et al., 2008; Capoor *et al.*, 2008).

Con base en lo anterior, uno de los ejes de atención corresponde a los efectos ambientales de las actividades agropecuarias sobre la dinámica de captura y emisión de carbono; y 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.

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 plantaciones comerciales de caucho natural.

Importancia del criterio

Permite determinar la sostenibilidad ambiental de un territorio en términos de la prestación del servicio ecosistémico de almacenamiento de carbono.

De forma complementaria, esta estimación 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.

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 que la requerida.

Valor de ponderación del criterio: 1,1 %

Metodología de evaluación

El modelo utilizado de estimación del contenido de carbono se fundamenta en el cálculo en las biomasas vegetales aérea y subterránea y el contenido de carbono en el suelo, de acuerdo con la siguiente metodología.

a. Contenido de carbono en la biomasa vegetal aérea

La estimación de la biomasa vegetal aérea (BA) se 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 et al., 2011), y el mapa de «Carga de combustible (biomasa) de las coberturas vegetales de Colombia» del MAVDT (Páramo, 2007).

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.

El mapa resultante de la diferencia simétrica se une con el mapa del Ideam (2011), obteniendo así el mapa de biomasa aérea (BA) para todas las coberturas vegetales del país.

El contenido de carbono se estima a partir de la siguiente ecuación (IPCC, 2006):

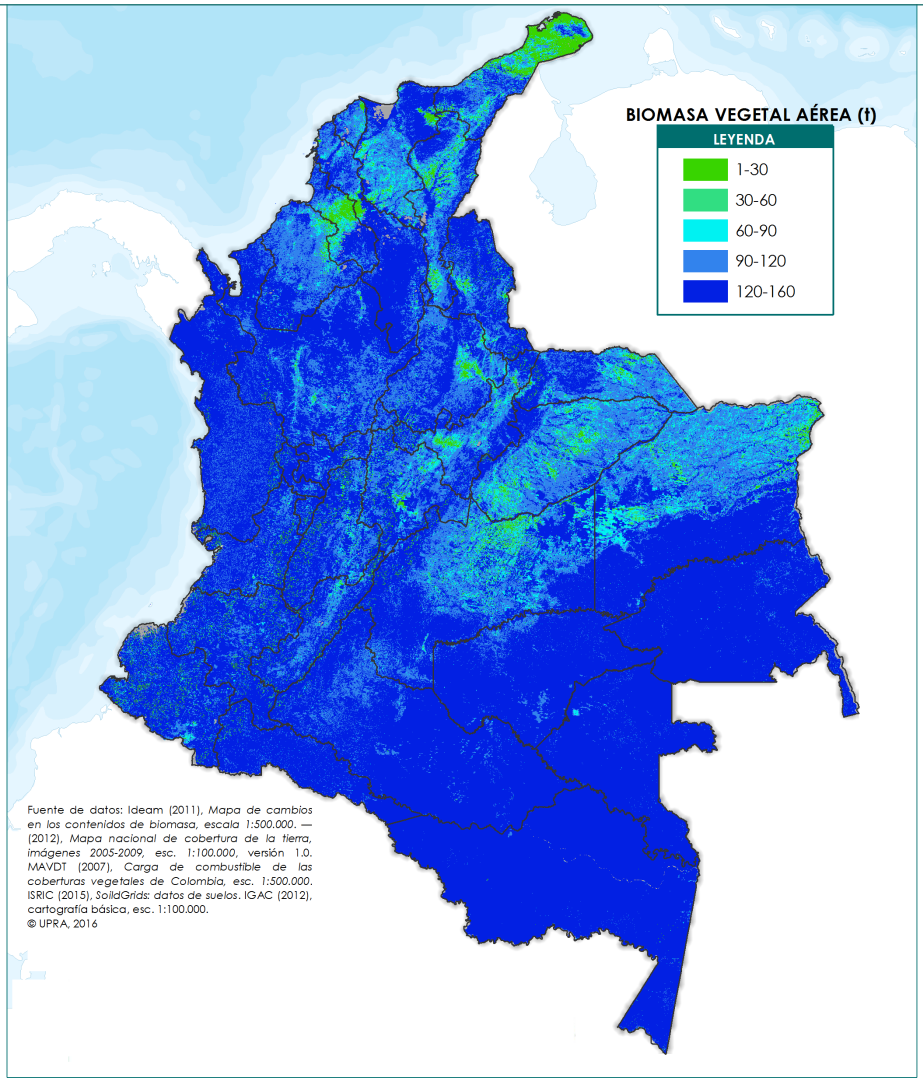
$$CBA = BA/2$$

b. Contenido de carbono en la biomasa vegetal subterránea

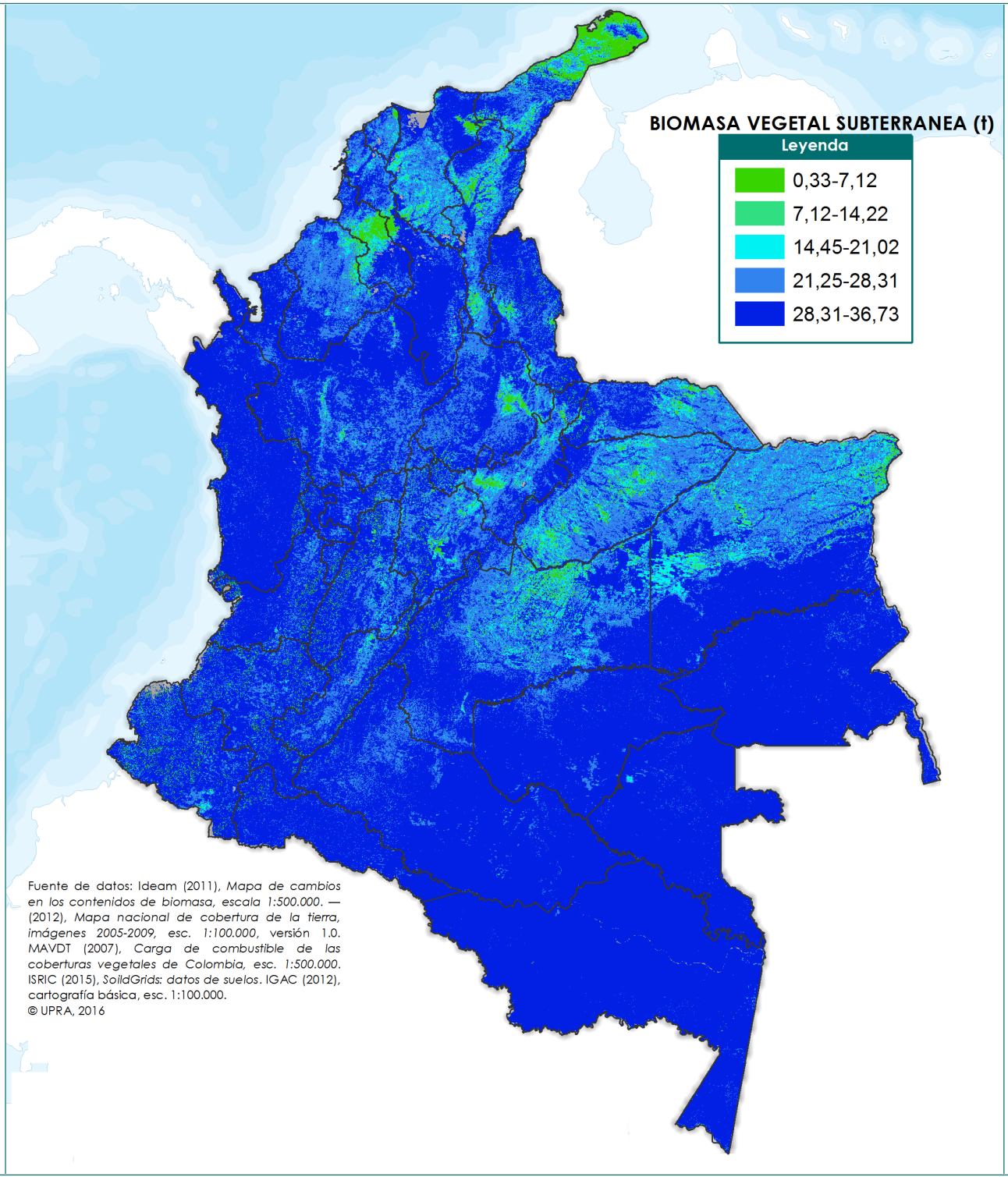
Por su parte, la estimación de la biomasa subterránea se efectúa con base en los fundamentos planteados por Brown (1992) y Cairns et al. (1997), de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Biomasa subterránea} = e^{(-1{,}085 + 0{,}925 \times \ln(BA))}$$

Biomasa aérea



Biomasa subterránea



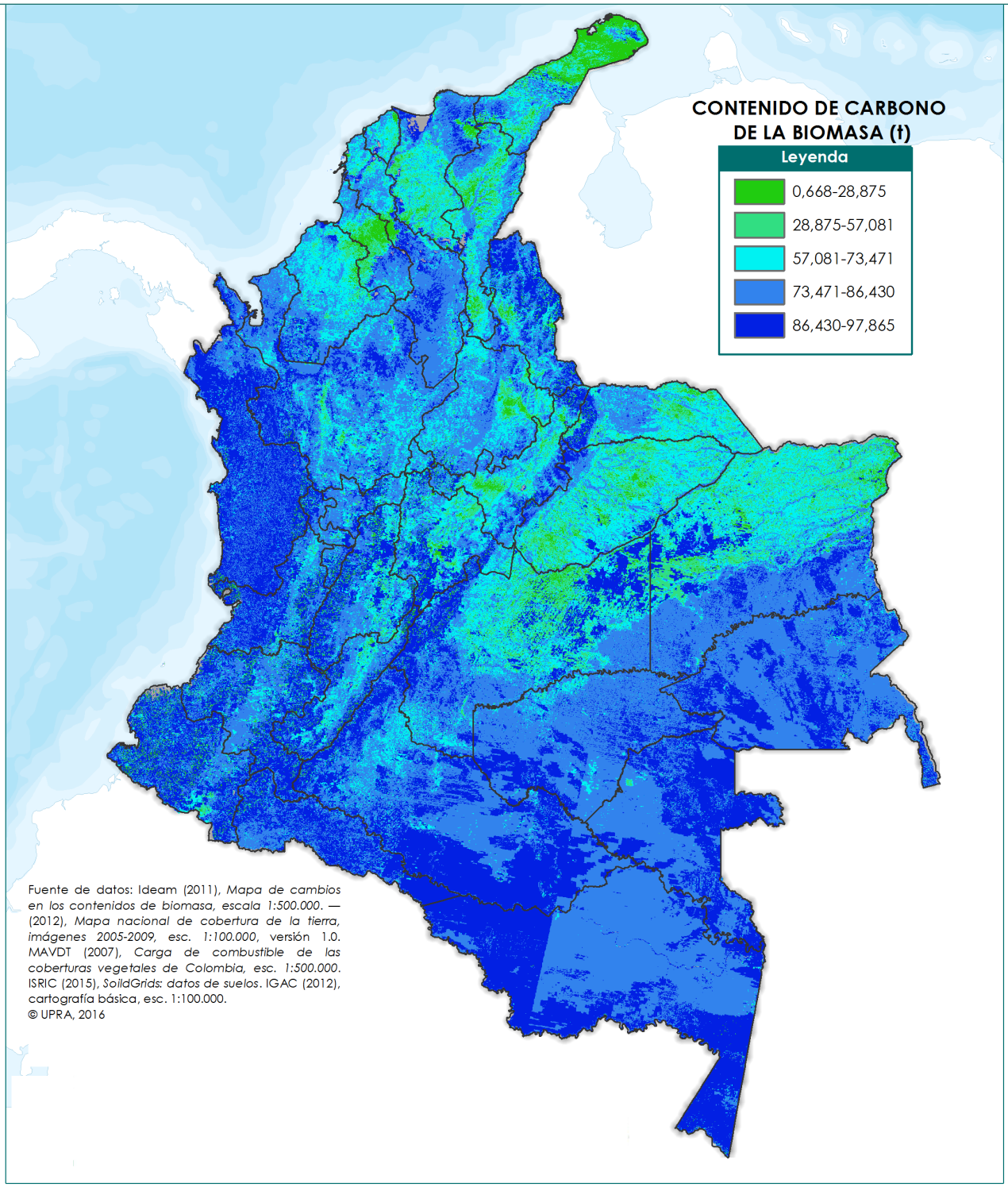
Igualmente, para el mapa de biomasa subterránea, se calcula el mapa de carbono en biomasa subterránea de acuerdo con IPCC (2006), mediante la fórmula:

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.

Carbono total en la biomasa

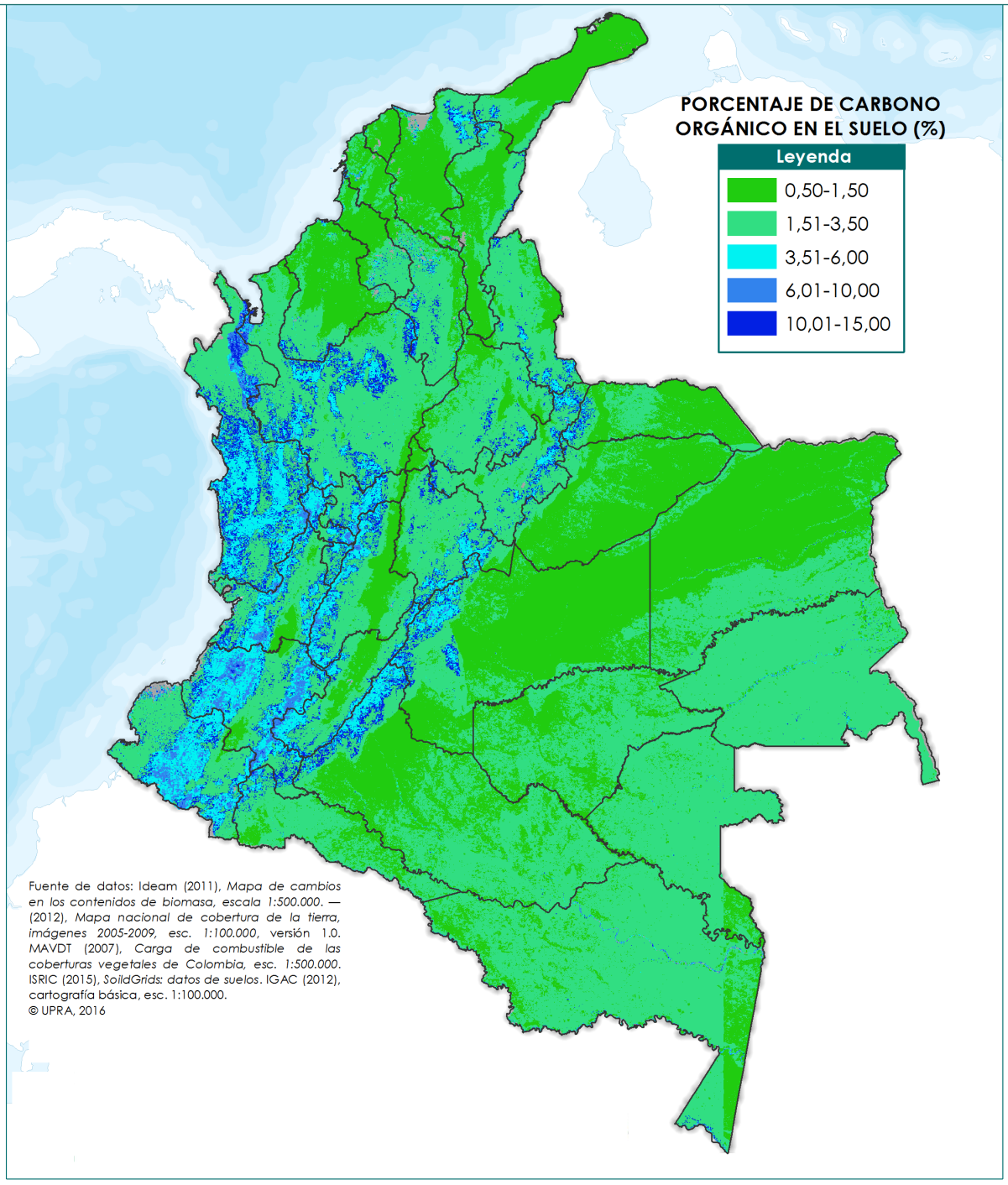


d. Contenido de carbono en el suelo

El contenido de carbono en el suelo se estima a partir de la información suministrada por ISRIC (Soil world information) (2015), a partir de las capas de porcentaje de C orgánico en el suelo, densidad aparente y porcentaje de fragmentos de más de 2 mm, a 30 cm de profundidad. El mapa de carbono orgánico total en el suelo se efectúa por álgebra de mapas mediante la aplicación de la ecuación propuesta por FAO y la Comisión Europea (2013):

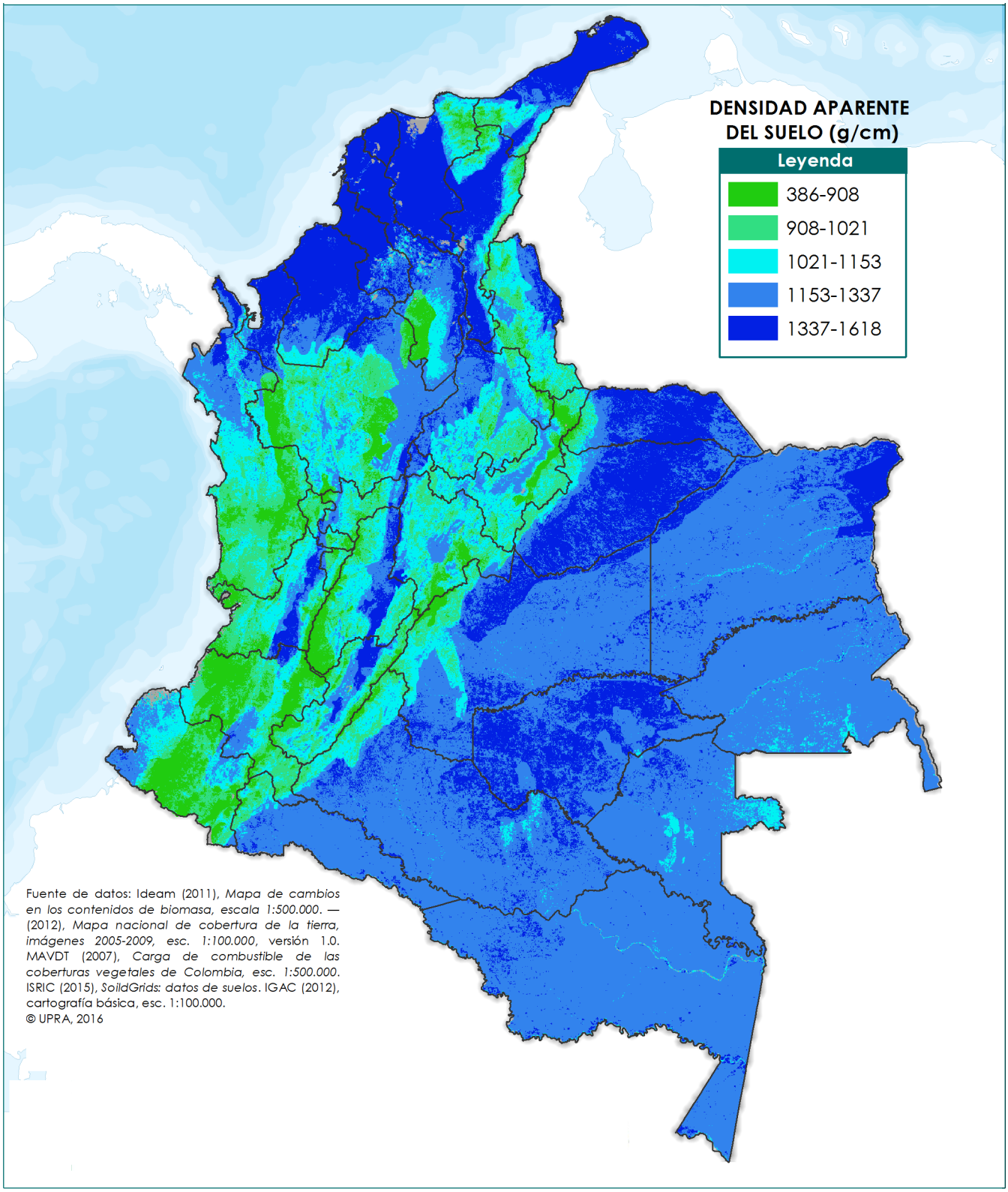
C orgánico suelo = % C orgánico x densidad aparente x profundidad (0,3 m) x (1 - % fragmentos gruesos)

Porcentaje de carbono orgánico en el suelo



Fuente de datos: Ideam (2011), *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, esc. 1:100.000*, versión 1.0. MAVDT (2007), *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000*. ISRIC (2015), *SoilGrids: datos de suelos*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.
© UPRA, 2016

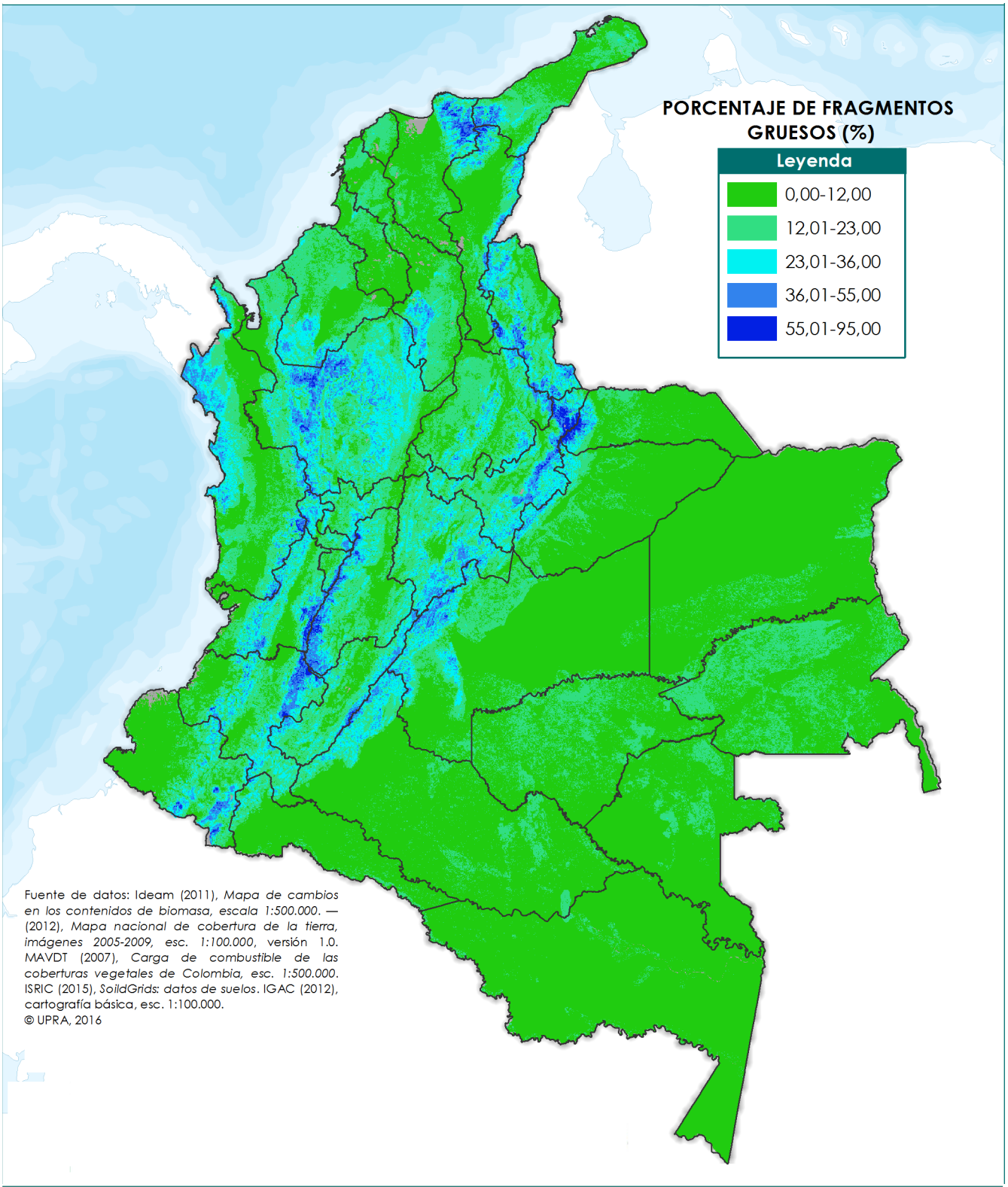
Densidad aparente del suelo



Fuente de datos: Ideam (2011), *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, esc. 1:100.000*, versión 1.0. MAVDT (2007), *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000*. ISRIC (2015), *SoilGrids: datos de suelos*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

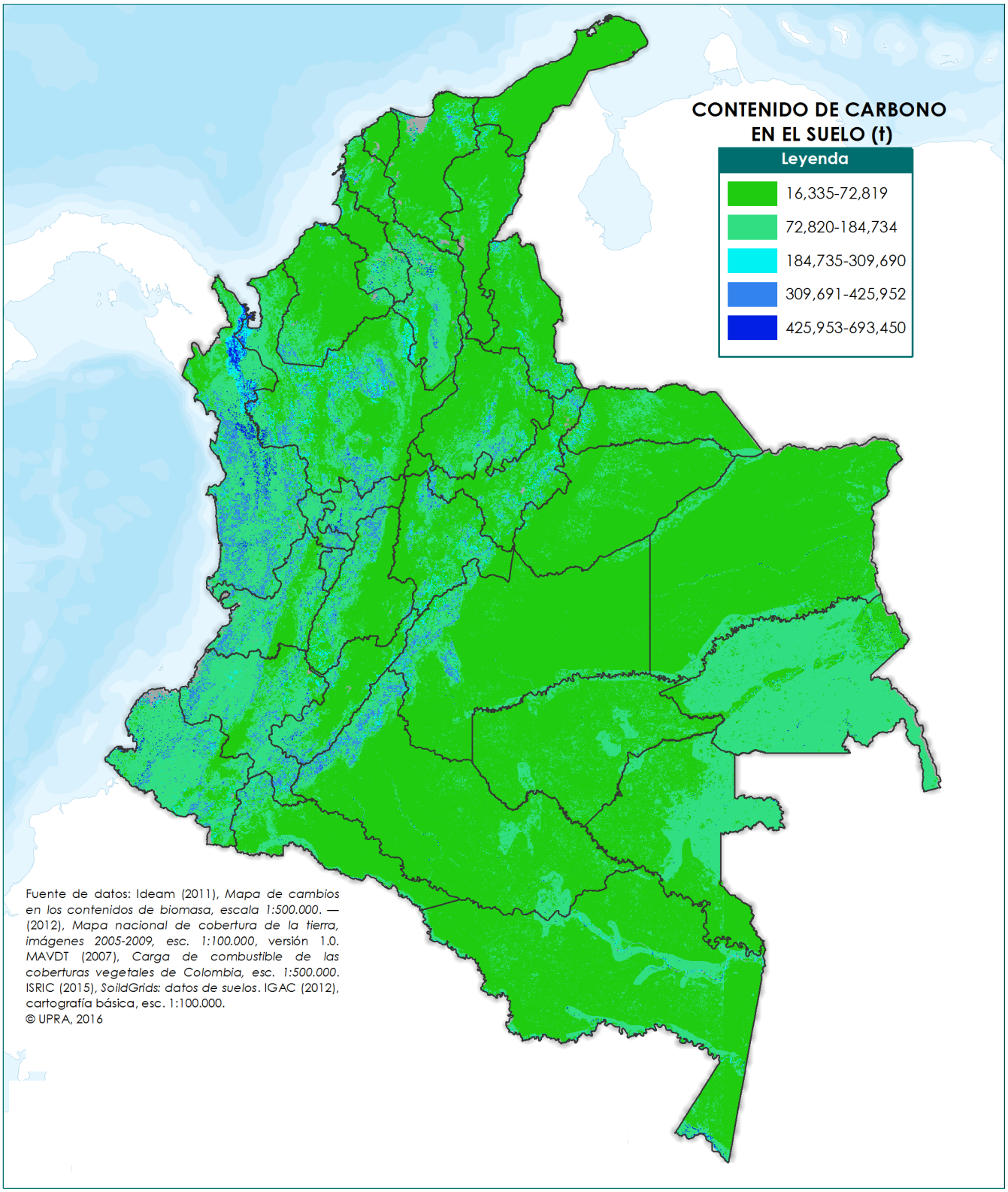
Porcentaje de fragmentos gruesos (> 2 mm) en el suelo



Fuente de datos: Ideam (2011), *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, esc. 1:100.000*, versión 1.0. MAVDT (2007), *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000*. ISRIC (2015), *SoildGrids: datos de suelos*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

Contenido de carbono en el suelo

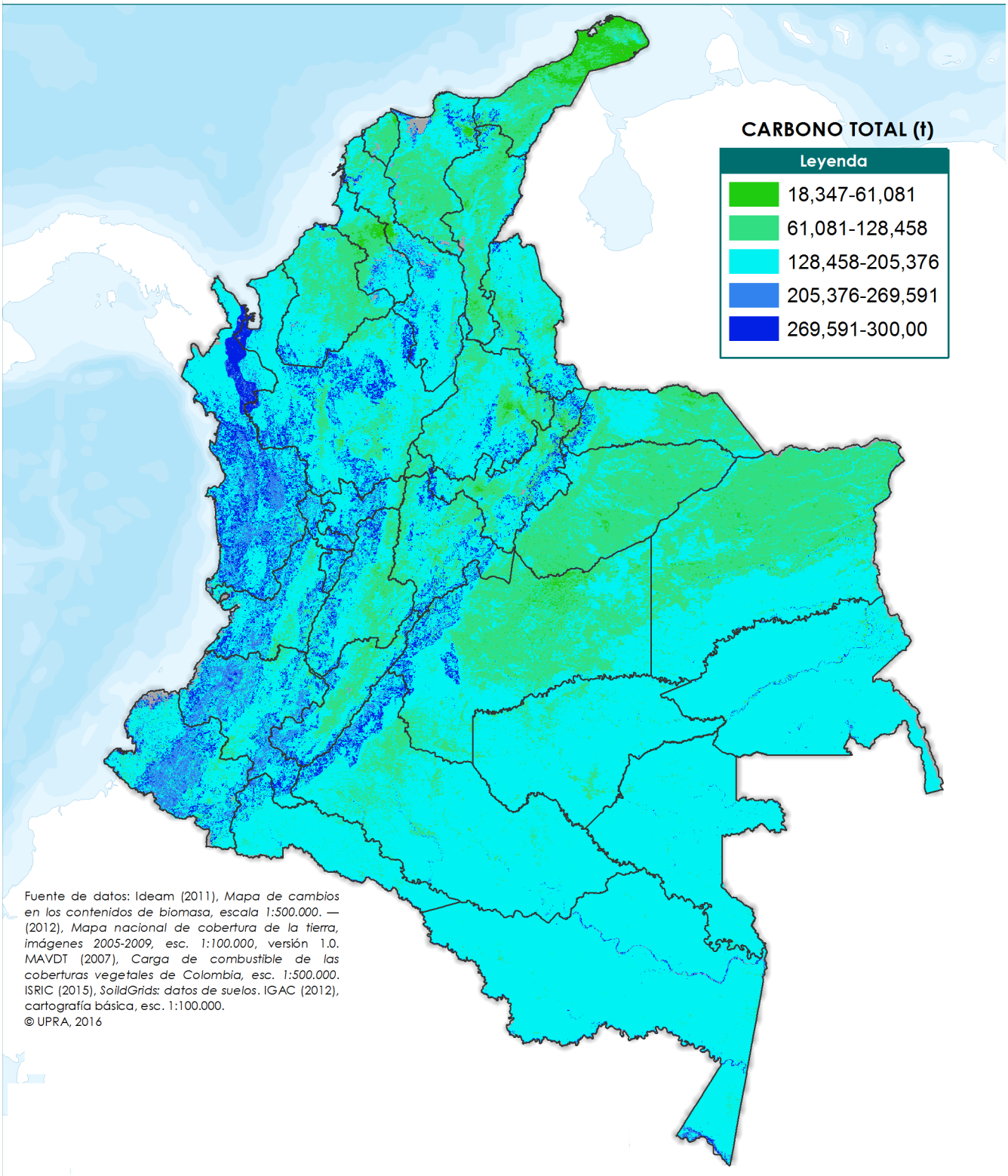


Fuente de datos: Ideam (2011), *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, esc. 1:100.000*, versión 1.0. MAVDT (2007), *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000*. ISRIC (2015), *SoilGrids: datos de suelos*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

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.



Fuente de datos: Ideam (2011), *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, escala 1:500.000*. — (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, esc. 1:100.000*, versión 1.0. MAVDT (2007), *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000*. ISRIC (2015), *SoildGrids: datos de suelos*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2016

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

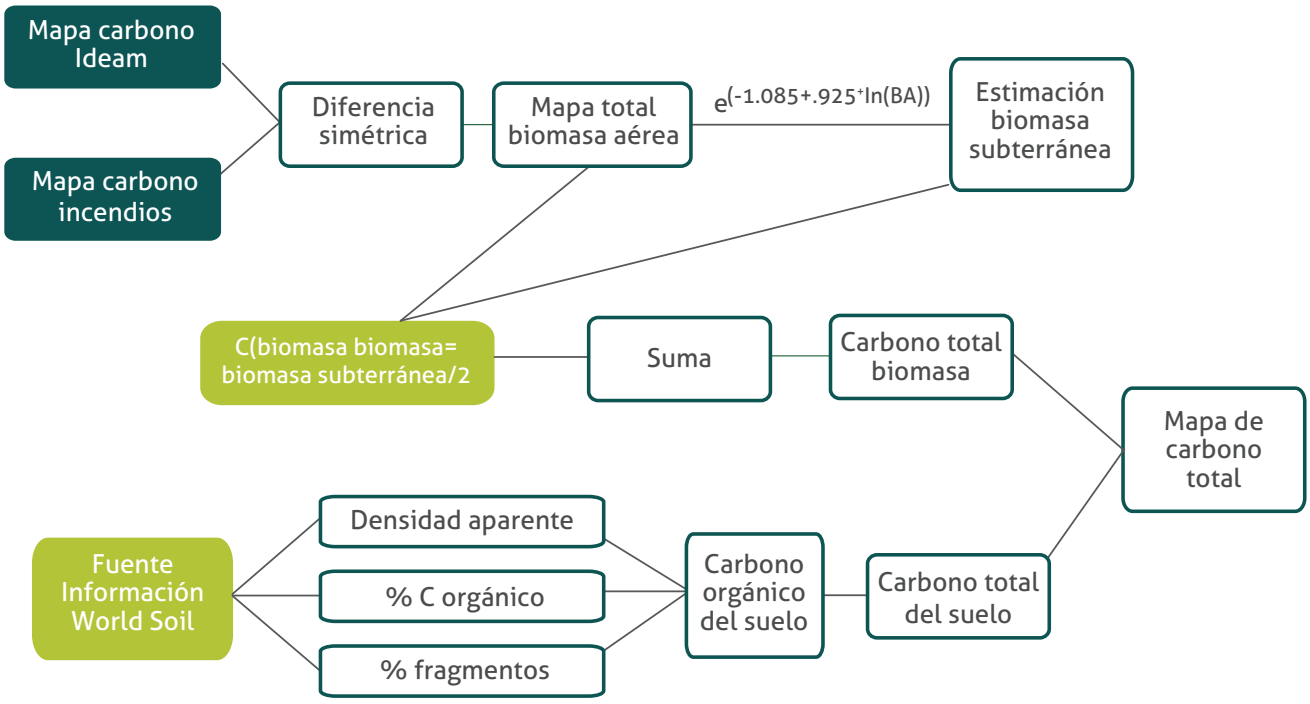
La calificación se obtiene mediante la comparación entre el contenido estimado de carbono (CEC)[1] para cada unidad de cobertura en escala 1:100.000, con el valor de referencia del contenido estimado de carbono en el cultivo comercial de caucho, con el fin de obtener el mapa de la variación del contenido de carbono total frente al cultivo comercial de caucho.

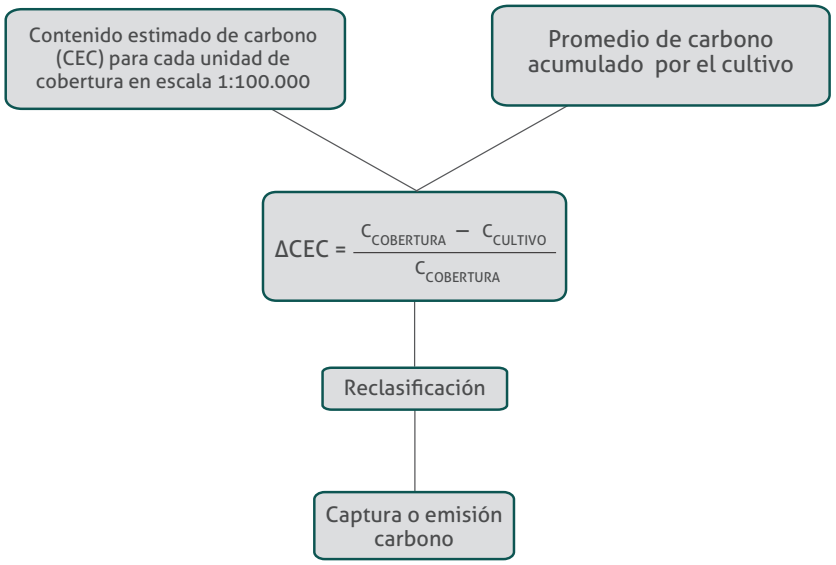
$$\Delta CEC = C_{COBERTURA} - C_{CULTIVO\ DE\ CAUCHO}/C_{TOTAL}$$

De esta forma, dependiendo de la cobertura existente, el establecimiento de un nuevo cultivo comercial de caucho puede representar tres posibilidades: fijar una mayor cantidad de carbono en comparación con la cobertura actual, en cuyo caso el remplazo representa una ganancia en términos de la captura (cantidad en toneladas de carbono/ha-año). Puede presentarse que, al establecer un nuevo cultivo comercial de caucho, este represente una cantidad capturada semejante de carbono al de la cobertura actual, o el cultivo comercial de caucho natural fija una menor cantidad de carbono respecto a la cobertura actual, en cuyo caso constituye una pérdida en la acumulación neta por modificación de la cobertura.

Los valores obtenidos en este mapa se reclasifican según los rangos de aptitud propuestos en la presente metodología. 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 0 % corresponden a la categoría A2 y los mayores al 0 % se sitúan en la categoría A3.

A continuación se presenta un diagrama de flujo que resume la metodología:





Rangos para la asignación de valores de aptitud

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

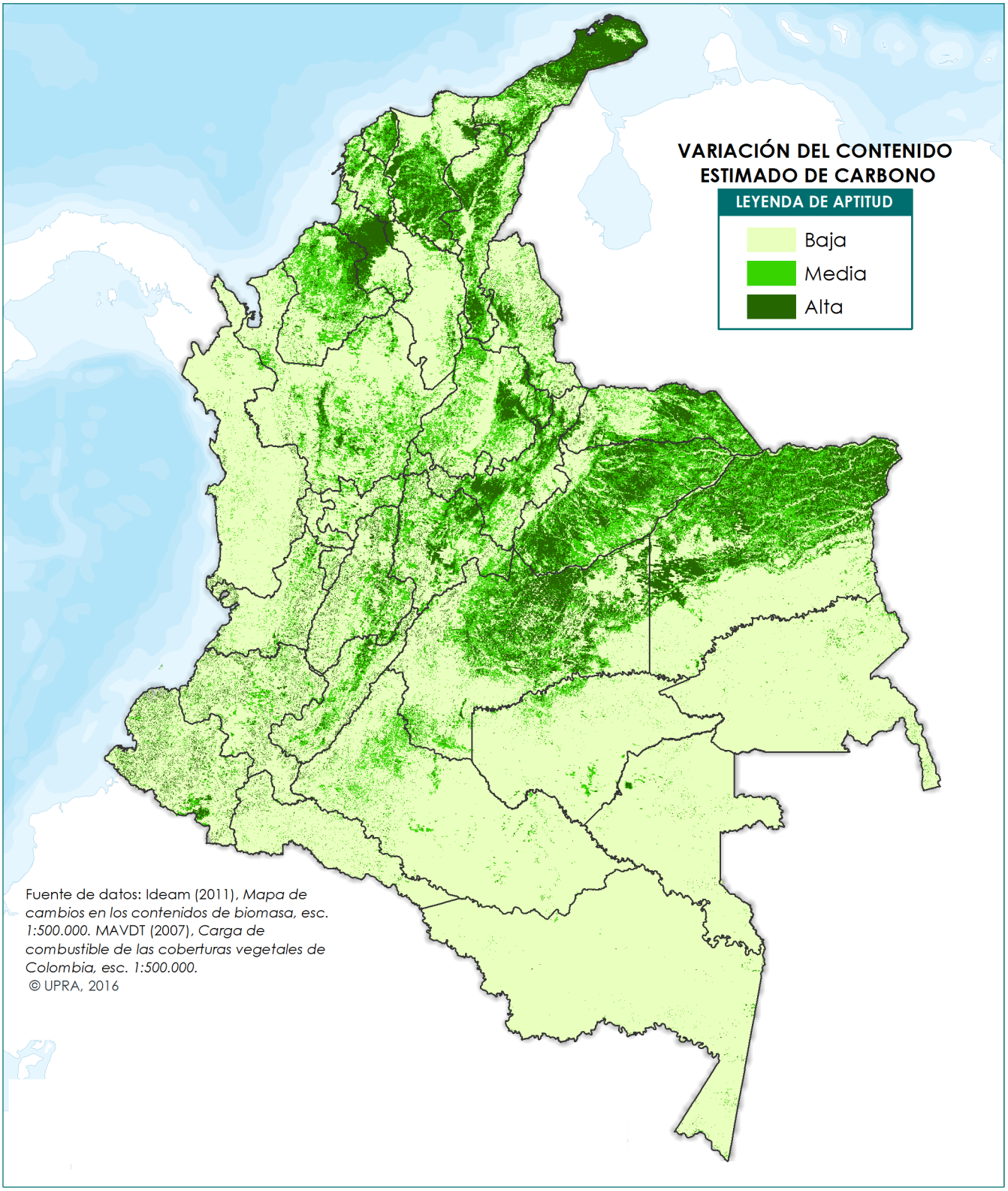
Descripción	Variación del contenido estimado de carbono (%)	Aptitud
El cultivo se convierte en sumidero de carbono.	< -20	A1
El cultivo es fuente de carbono.	-20 a 0	A2
El cultivo es fuente de emisión de carbono alta	≥ 0	A3

Fuentes de información

- Brown, S. y Lugo, A. (1992). «Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon». *Interciencia* 17(1), 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. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.484.5959&rep=rep1&type=pdf>
- Canadell, J. y Raupach, M. (2008). «Managing Forests for Climate Change Mitigation». Science 320(5882), 1456-1457. doi: 10.1126/*Science*.1155458
- Capoor, K. y Ambrosi, P. *State and Trends of the Carbon Market 2008*. Washington, D. C.: World Bank Institute. Recuperado de < https://siteresources.worldbank.org/NEWS/Resources/State&Trendsformatted06May10pm.pdf>
- IPCC. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol. 4 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra*. (S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, Edits., e International Translation Agency Ltd (ITA Ltd), Trad.) Hayama, Japón: Instituto para las Estrategias Ambientales Globales (IGES). Recuperado de <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>
- Páramo, G. (2007). *Mapa nacional de susceptibilidad por incendios de las coberturas vegetales, escala 1:500.000*. Bogotá: MAVDT.
- Phillips, J., Duque, A., Cabrera, K., Yepes, A., Navarrete, D., García, M., Álvarez, E., ... Vargas D. (2011). *Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Bogotá: Ideam. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022167/EstimacionCarbono2005.pdf>
- ISRIC-World Soil Information. (2013). *SoilGrids: an automated system for global soil mapping*.
- Stern, N. (2007). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. Reino Unido: Cambridge University Press.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Variación del contenido estimado de carbono



Fuente de datos: Ideam (2011), *Mapa de cambios en los contenidos de biomasa, esc. 1:500.000.* MAVDT (2007), *Carga de combustible de las coberturas vegetales de Colombia, esc. 1:500.000.*

© UPRA, 2016

2.5 CRITERIO AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: AMENAZA POR INCENDIOS DE LA COBERTURA VEGETAL		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal, donde se consideran las siguientes categorías: muy baja, baja, moderada, alta y muy alta.

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
- Pendientes

Este mapa es uno de los mapas intermedios que integran el mapa nacional de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal, desarrollado por Ideam en 2009.

Definición

Permite medir la probabilidad que posee un área cualquiera, de verse afectada por un incendio de la cobertura vegetal y como puede esta posibilidad afectar en mayor o en menor medida la plantaciones de caucho establecidas en una zona determinada.

Importancia del criterio

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.

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 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: 1,0 %

Metodología de evaluación

El criterio se construye 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. Este mapa tiene por objeto identificar el grado de amenaza por incendios de la cobertura vegetal en que posee el país (Ideam y Conif, 2009).

El criterio de aptitud amenaza por incendios forestales se construye reclasificando las categorías del mapa de amenaza total de incendios de la cobertura vegetal. El criterio solo tiene tres categorías (A1, A2 y A3).

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Este criterio presenta los siguientes rangos de aptitud:

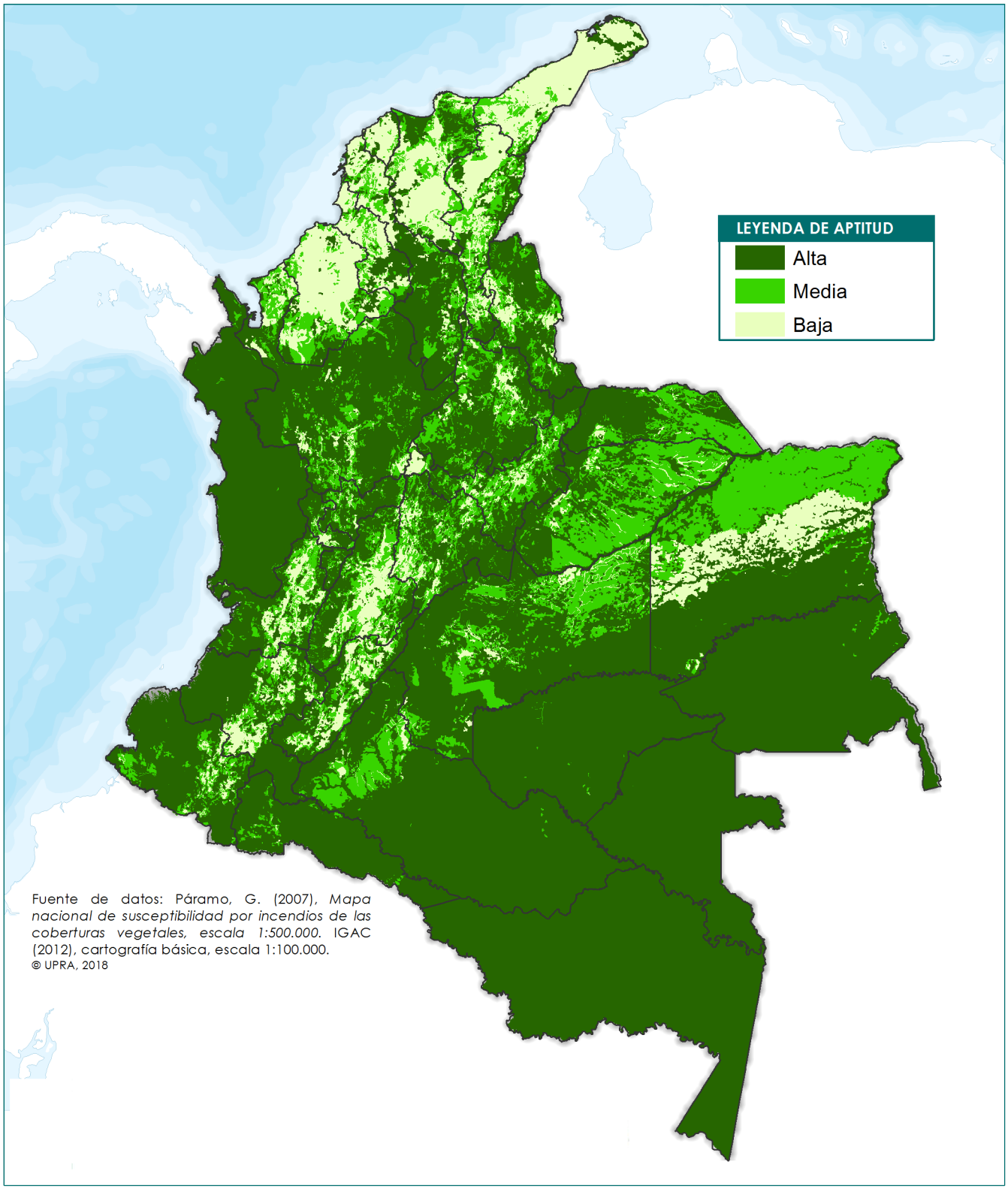
Descripción	Rango de variación	Aptitud
Áreas con mínima probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Muy baja y baja	A1
Áreas con moderada probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Moderada	A2
Áreas con alta probabilidad de incendios de la cobertura vegetal	Alta y muy alta	A3

Fuentes de información

- 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.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación para plantaciones de caucho | Criterio amenaza por incendio de la cobertura vegetal



Fuente de datos: Páramo, G. (2007), *Mapa nacional de susceptibilidad por incendios de las coberturas vegetales, escala 1:500.000.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

2.6 CRITERIO DE EXCLUSIÓN TÉCNICA DEFORESTACIÓN A PARTIR DE 2010

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES TÉCNICAS		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	✓
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Deforestación a partir de 2010.

Definición

Esta exclusión técnica involucra aquellas coberturas boscosas que fueron deforestadas después de 2010, áreas que fueron identificadas por medio del análisis de la cuantificación de la deforestación histórica en Colombia (Ideam, 2010). 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 CMNUCC; en esta 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 siguientes estrategias nacionales:

- «Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC)» (MADS, s. f.).
- «REDD+: estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo» (MADS, s. f.).

Importancia del criterio

Permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los usos vocacionales en este ecosistema estratégico y, dada la importancia para la prestación de servicios ecosistémicos, no debe ser permitida. Asimismo, busca identificar aquellas zonas deforestadas recientemente, con el fin de blindarlas y frenar en algún grado la expansión de la frontera agropecuaria, con lo que se contribuye a la mitigación del cambio climático en el país.

Limitantes de la evaluación del criterio

No aplica.

Valor de ponderación del criterio: No aplica

Metodología de evaluación

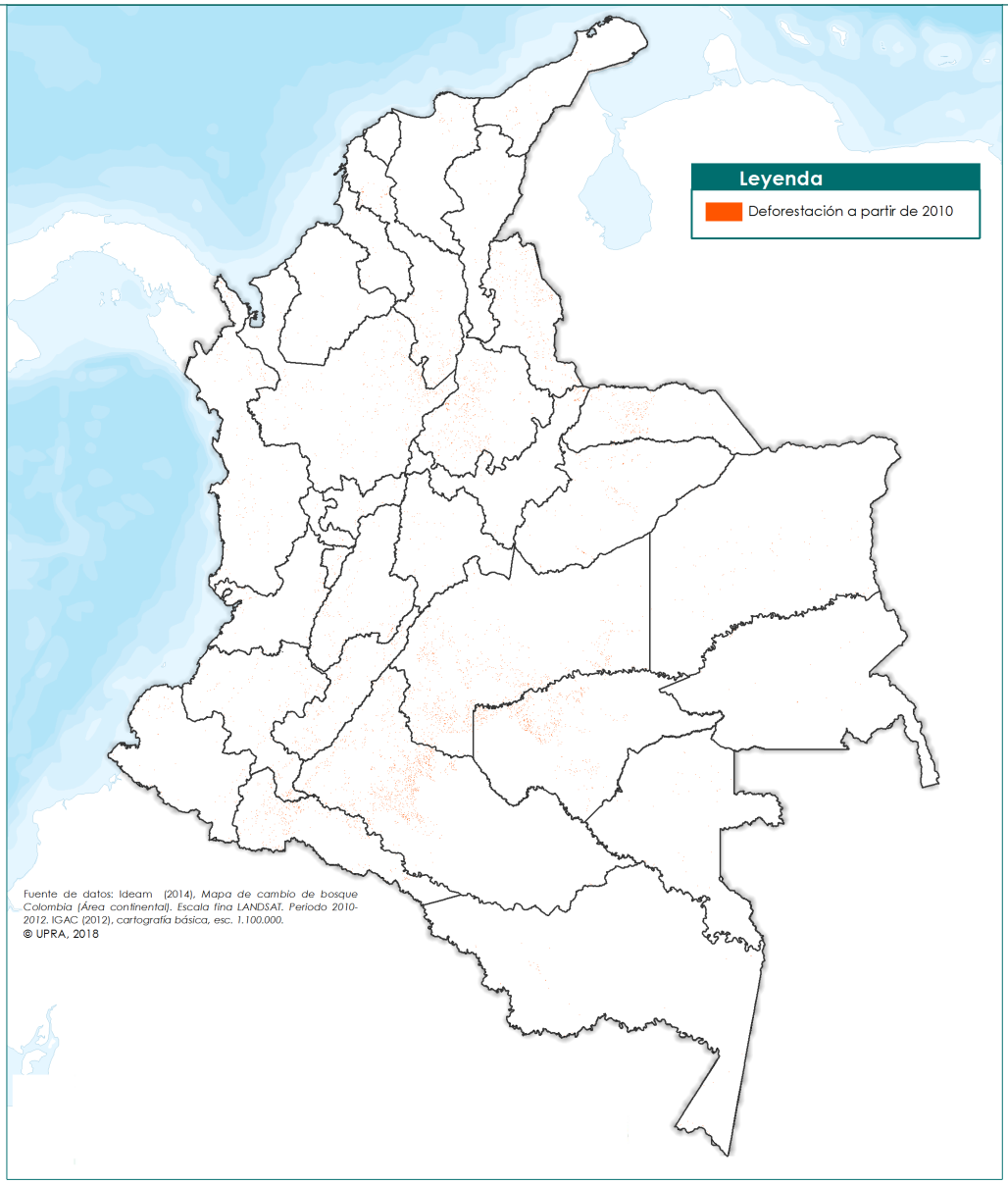
La deforestación posterior a 2010 se espacializó a partir del mapa de cambio de bosque Colombia (área continental), escala fina LANDSAT, periodo 2010-2012 (Ideam, 2014).

Fuentes de información

- Ideam. (2011). *Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional: escalas gruesa y fina.* Bogotá: Ideam. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13817/Memoria+T%C3%A9cnica+Deforestaci%C3%B3n+.pdf/5f2741b4-ffa1-4b58-b986-f2fbefd6d006>
- —. (2014g). *Mapa de cambio de bosque Colombia (área continental), escala fina LANDSAT, periodo 2010-2012.*
- IGAC. (2012a). *Cartografía básica, escala 1:100.000.* Bogotá: IGAC.
- MADS. (s. f.). *Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC).* Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/469-plantilla-cambio-climatico-25>
- —. (s. f.). *REDD+: estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo.* Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Documentos-Redd/110213_cartilla_redd_construccion_colectiva.pdf>

Representación cartográfica del criterio

Zonificación para plantaciones de caucho | Exclusiones técnicas



upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

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 caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Variables	Unidad de medida
Grado de importancia económica municipal	Grado o categoría de importancia económica municipal (comprendido entre 1 y 7, con vigencia 2015 y asignado con base en el PIB municipal).
Créditos otorgados	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).
Incentivo a la capitalización rural (ICR)	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).
Incentivos CIF	Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1; calculado con base en el promedio anual 2010-2014 del valor en millones de pesos, ha reforestadas y número de incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio.

Definición
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.

Importancia del criterio

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al entorno económico (comportamiento del apalancamiento financiero, incentivos y la generación de valor agregado) en un municipio, que hace parte de las consideraciones en la toma de decisiones para desarrollar las actividades productivas entre las cuales se encuentra el cultivo de caucho.

Un desempeño económico más alto, mayores créditos y más incentivos a la cadena (p. ej., caucho) 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 la actividad considerada (cultivo de caucho) y que la dinámica del apalancamiento financiero es más activa. Por tanto, ese municipio se considera más competitivo.

Un mayor dinamismo del apalancamiento financiero de la cadena indica una mejor acreditación de la actividad cauchera, lo que permite que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir recursos financieros tanto para actividades propias de la actividad cauchera (establecimiento, manejo, cosecha por medio de créditos) como para la inversión en bienes de capital (por medio de créditos e ICR).

Más recursos financieros de otras fuentes distintas al productor, invertidos en un entorno apropiado para las actividades productivas, mejoran la competitividad de los productores caucheros, pues potencia sus recursos de inversión y mejora su rentabilidad.

Limitantes de la evaluación del criterio

No se conocen limitantes para la evaluación de este criterio.

Valor de ponderación del criterio: 6,6 %

Metodología de evaluación

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

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

Aptitud		
A1	**A2**	**A3**
Municipios con sumatoria de aptitud ≥10	Municipios con sumatoria de aptitud entre 6 y 9	Municipios con sumatoria de aptitud ≤ 5

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Bosque	Abiertos	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) Valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	IC ≥ 0,0525 ≥ 250	IC < 0,0525 Entre 1 y < 250	Municipios sin historial crediticio

Importancia del criterio

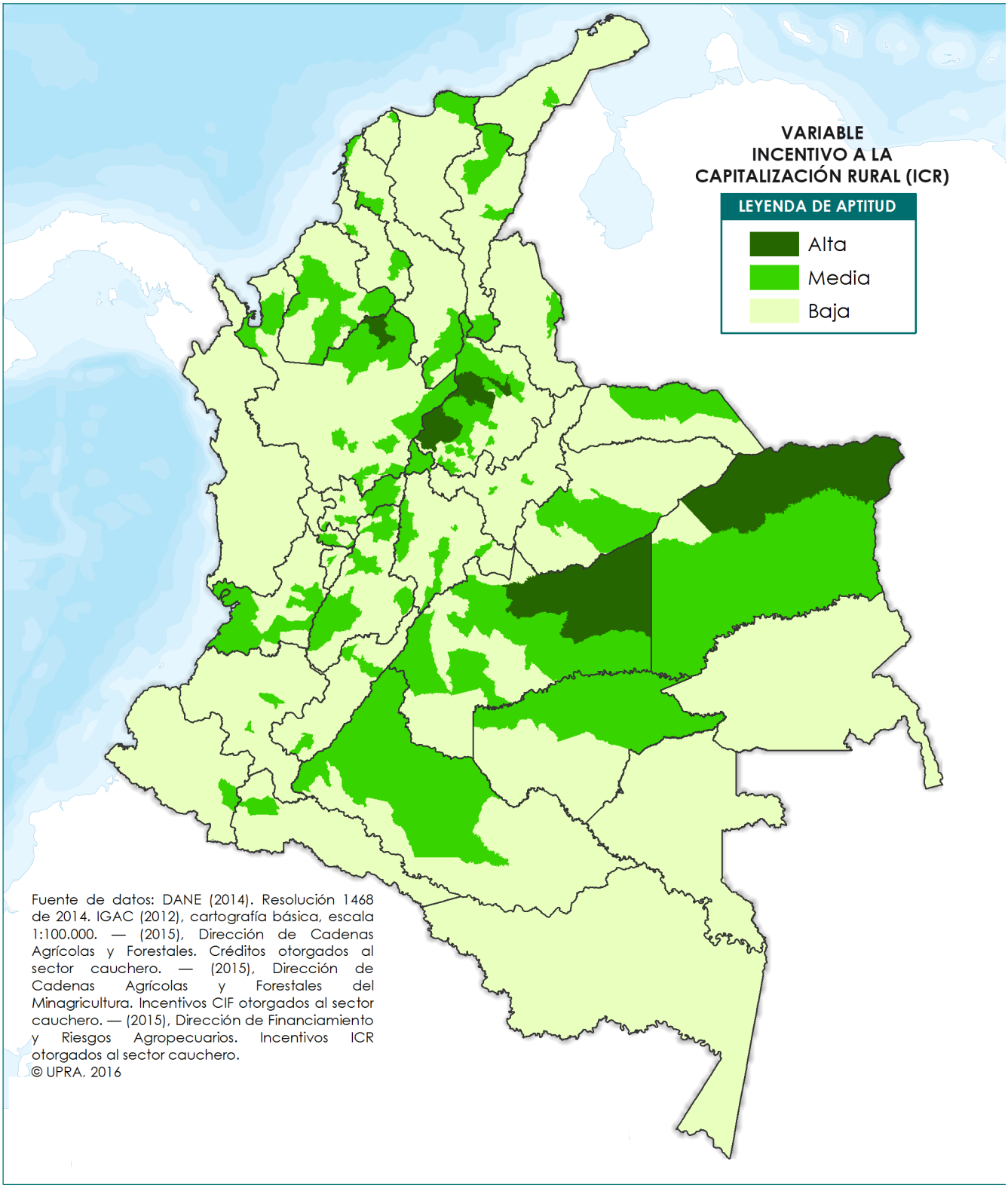
Bosque	Abiertos	Aptitud		
		A1	A2	A3
Incentivo a la capitalización rural (ICR)	Índice de competitividad (IC) Valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	IC ≥ 0,0267 ≥ 12	IC < 0,0267 > 0 y < 12	Municipios sin historial de incentivos ICR
Incentivos CIF	Índice de competitividad (IC) Promedio anual 2010-2014 del valor en millones de pesos colombianos de incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio	IC ≥ 0,0597 ≥ 100	IC < 0,0597 < 100	Municipios sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho
	Índice de competitividad (IC) Promedio anual 2010-2014 de las ha reforestadas con incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio	IC ≥ 0,2076 ≥125	IC < 0,2076 < 125	Municipios sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho
	Índice de competitividad (IC) Promedio anual 2010-2014 del número de incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio	IC ≥ 0,2500 ≥ 3	IC < 0,2500 < 3	Municipios sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho

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. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/resoluciones/Resolucion1468_2014.pdf>.
- Minagricultura. (2012). *Cartilla de Política Agropecuaria 2010-2014*. Recuperado de <http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/cartilla-de-politica-agropecuaria-2010-2014.pdf>
- —. (2015a). Créditos otorgados al sector cauchero.
- —. (2015b). Incentivos CIF otorgados al sector cauchero.
- —. (2015c). Incentivos ICR otorgados al sector cauchero.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio indicadores económicos



Fuente de datos: DANE (2014). Resolución 1468 de 2014. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2015), Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Créditos otorgados al sector cauchero. — (2015), Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales del Minagricultura. Incentivos CIF otorgados al sector cauchero. — (2015), Dirección de Financiamiento y Riesgos Agropecuarios. Incentivos ICR otorgados al sector cauchero.

© UPRA. 2016

3.1.1 VARIABLE GRADO DE IMPORTANCIA ECONÓMICA MUNICIPAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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

Peso relativo que representa el PIB de cada uno de los municipios dentro de su departamento. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorporó por grados o categorías de importancia económica que le debe corresponder a un municipio.

Importancia de la variable

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 que se encuentra el cultivo de caucho.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con las aptitud: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Categorías de importancia económica municipal	Aptitud
1 y 2	A1
3, 4 y 5	A2
6 y 7	A3

El grado de importancia más alto (categoría 1) está en Bogotá D. C., con un valor agregado de 148,93 billones de pesos para 2013.

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
Se toma como base la 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 información 2013.

2. Precisión de la información
Sin precisiones de la información.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información
No se identifican inconsistencias en la información.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva
Se define agrupando las categorías de importancia municipal de la siguiente forma: municipios con categorías 1 y 2 (A1); municipios con categorías 3, 4 y 5 (A2); municipios con categorías 6 y 7 (A3).

Unidad de análisis	Municipio.

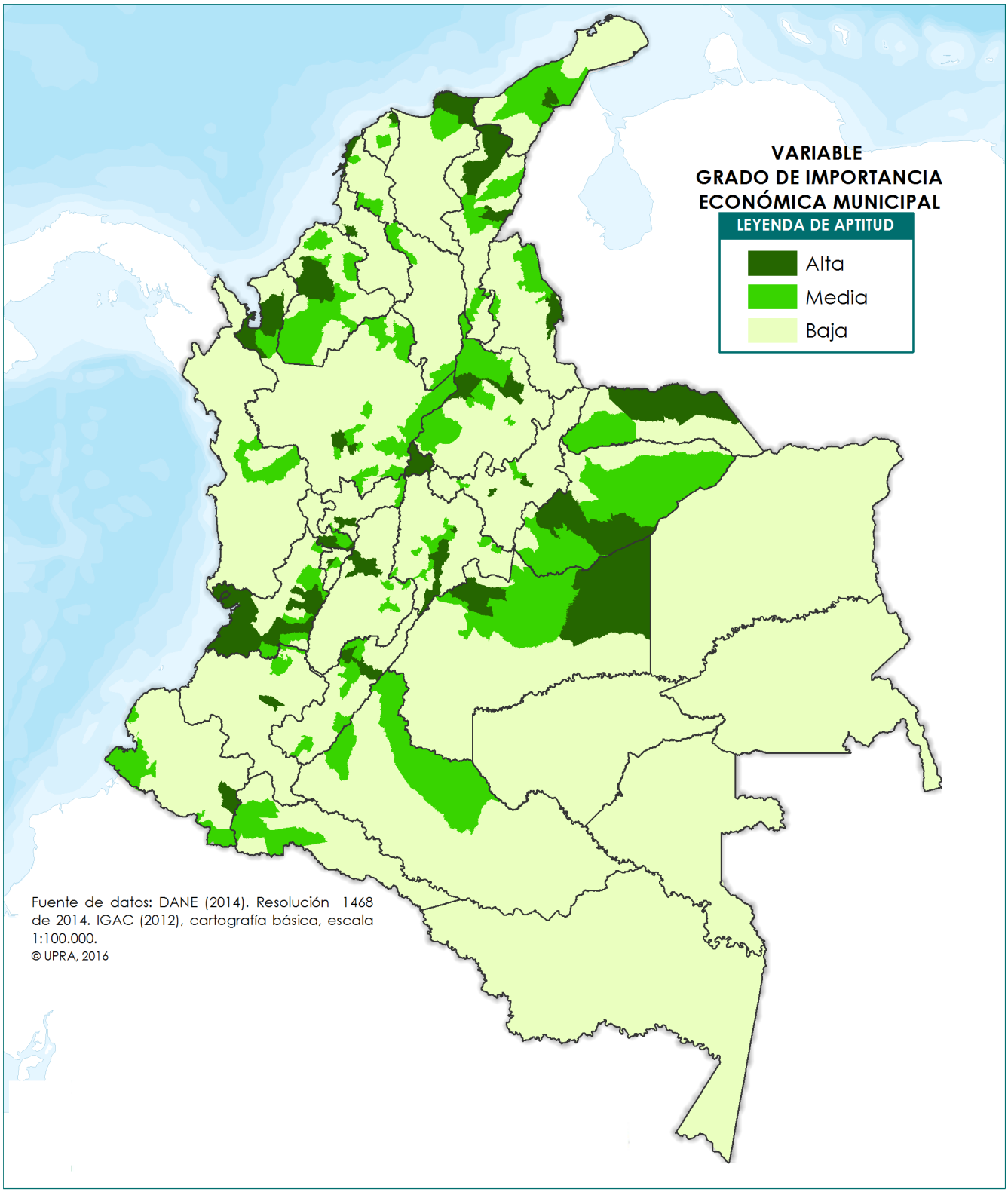
Fuentes de información

- 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. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/resoluciones/Resolucion1468_2014.pdf>



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio indicadores económicos



3.1.2 VARIABLE CRÉDITOS OTORGADOS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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

Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector cauchero en el municipio, lo cual es un factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión.

Existe una relación directa 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 cauchera, lo que permite que nuevos emprendimientos sean mejor entendidos y más ágilmente aceptados para recibir apalancamiento financiero.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Valor promedio anual 2010-2014 de los créditos otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	Aptitud
IC ≥ 0,0525 ≥ 250	A1
IC < 0,0525 Entre 1 y < 250	A2
Municipios sin historial	A3

Entre 2010 al 2014, el promedio anual de los créditos otorgados al sector cauchero fue de 192 millones de pesos. Las cifras de créditos otorgados en este periodo de análisis oscilaron entre 1 y 4752 millones de pesos promedio por municipio. Los departamentos de Meta, Vichada, Antioquia, Caldas 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. (2015). Créditos otorgados al sector cauchero, 2010-2014.

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

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información
Se calcula el promedio anual del valor de los créditos otorgados en 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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión de los datos de créditos otorgados. Se consultan el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos, se elabora el histograma de distribución y se calculan estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

Unidad de análisis	Municipio.

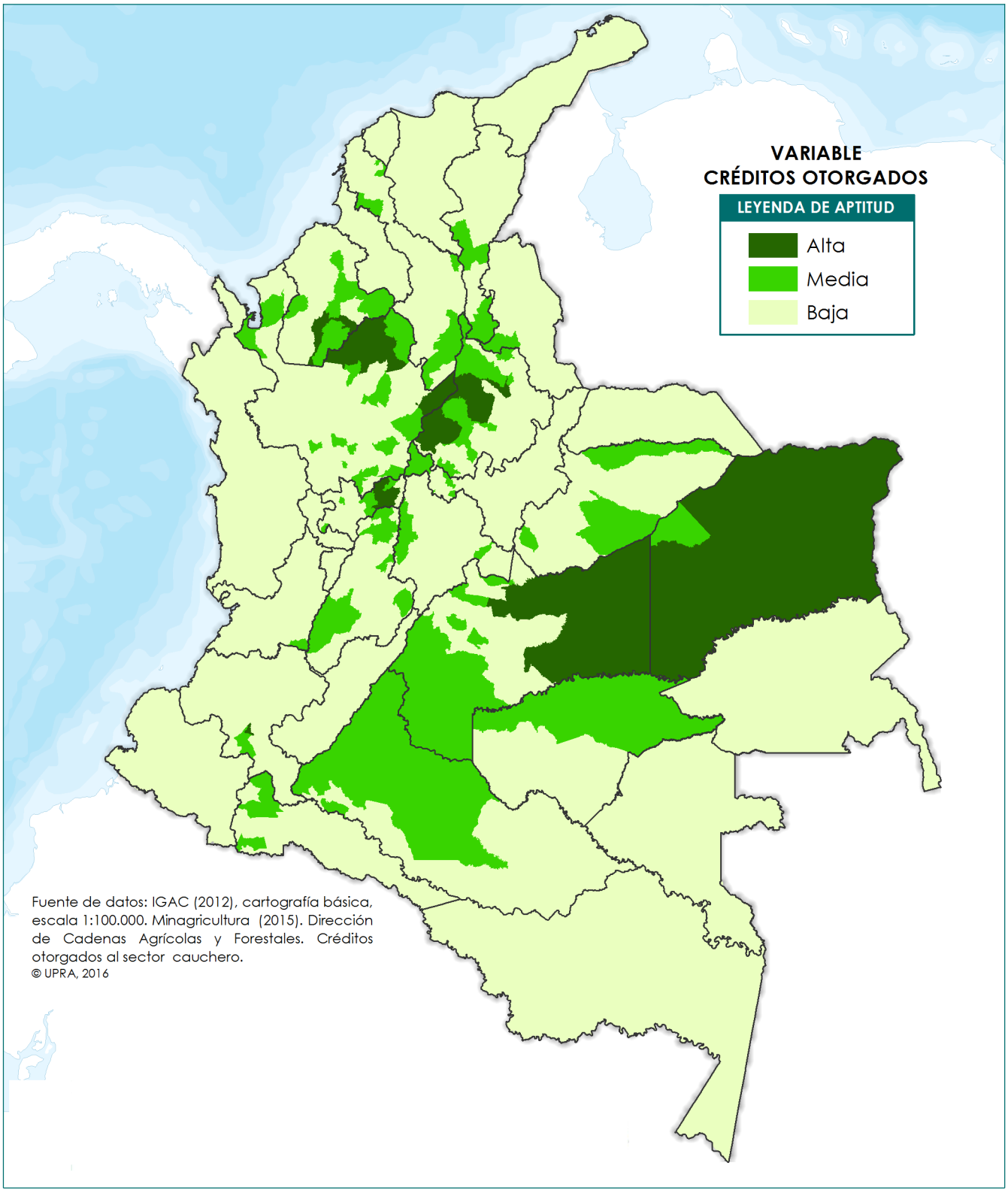
Fuentes de información

• Minagricultura. (2012). *Cartilla de Política Agropecuaria 2010-2014*. Recuperado de <http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/cartilla-de-politica-agropecuaria-2010-2014.pdf>

• —. (2015). Créditos otorgados al sector cauchero.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio indicadores económicos



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minagricultura (2015). Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Créditos otorgados al sector cauchero.

© UPRA, 2016

3.1.3 VARIABLE INCENTIVOS CIF

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INDICADORES ECONÓMICOS		
Variable: incentivos CIF	**Unidad de medida:** Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el promedio anual 2010-2014 del valor en millones de pesos, ha reforestadas y número de incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio.	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

CIF: certificado de incentivo forestal. Apoyo económico que otorga el Gobierno nacional para cubrir parte de los gastos de establecimiento y mantenimiento en que incurran los productores caucheros que realicen nuevas plantaciones forestales comerciales, en terrenos de aptitud forestal (Minagricultura, 2012).

Para efectos de la zonificación, la variable se incorpora como la suma de tres subvariables relativas al CIF otorgados para caucho: valor, área reforestada y número de incentivos.

Importancia de la variable

Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector cauchero en el municipio, un factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión.

Existe una relación directa entre los CIF otorgados para caucho y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayor valor, ha reforestadas y número de incentivos CIF para caucho reflejan un mayor interés de los productores en el desarrollo del cultivo de caucho y una mayor actividad relacionada con la cadena productiva, pues se dispone de recursos financieros adicionales. Todo lo anterior promueve la generación de mejores condiciones para el fomento del sector cauchero en un municipio con relación a los demás municipios del país.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las subvariables se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Subvariables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Valor	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,0597	IC < 0,0597	Municipios sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho
	Promedio anual 2010-2014 del valor en millones de pesos de incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio	≥ 100	< 100	
Área reforestada	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,2076	IC < 0,2076	Municipios sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho
	Promedio anual 2010-2014 de las ha reforestadas con incentivos CIF otorgados para caucho en el municipio	≥ 125	< 125	

Subvariables	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Número de incentivos	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,2500	IC < 0,2500	Municipios sin historial de incentivos CIF otorgados para caucho
	Promedio anual 2010-2014 del número de incentivos CIF para otorgados caucho en el municipio	≥ 3	< 3	

Entre 2010 y 2014, Puerto Gaitán (Meta) se constituyó en el municipio donde se otorgaron los mayores recursos del CIF cauchero. Los productores ubicados en este municipio se beneficiaron con 1860 millones de pesos (promedio anual) por concepto de este incentivo.

El número máximo de ha promedio reforestadas durante el periodo 2010-2014 se encontró en el municipio de La Primavera (Vichada), con un total de 896 ha.

Para el mismo periodo de análisis, Puerto López resultó ser el municipio con mayor número promedio anual de CIF (9 incentivos).

La variable se construyó a partir de la sumatoria de las subvariables que lo componen. Las subvariables 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.

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 la variable: alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se presentan en el siguiente cuadro:

Aptitud		
A1	A2	A3
Municipios con sumatoria de aptitud ≥ 8	Municipios con sumatoria de aptitud entre 5 y 7	Municipios con sumatoria de aptitud < 4

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. (2015). Incentivos CIF otorgados al sector cauchero, 2010-2014

2. Precisiones de la información

La información del CIF se maneja con tres subvariables:

- Valor total en millones de pesos de CIF otorgados para caucho
- Número total de ha reforestadas con CIF para caucho
- Número total de incentivos CIF otorgados para caucho

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

No se identificaron inconsistencias en la información.

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 toma valores entre 0 y 1.

5.Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para los rangos se defineen tras consultar el marco teórico y la línea base de la cadena. Se tiene en cuenta la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas para las subvariables de valor y número de incentivos; para la subvariable de área reforestada se calcula el promedio nacional como estadígrafo de referencia.

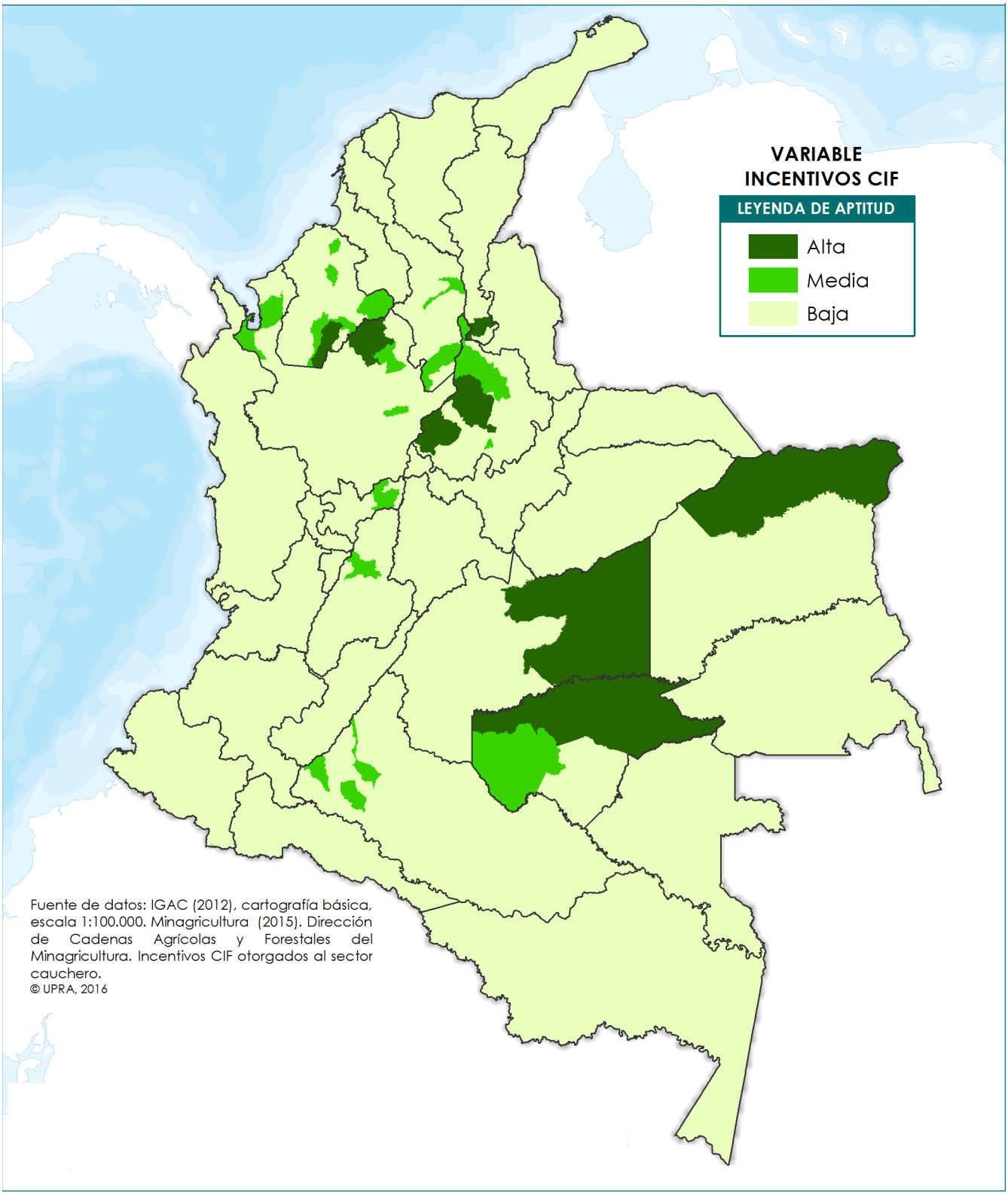
Unidad de análisis	Municipio.
Fuentes de información	

- Minagricultura. (2012). *Cartilla de Política Agropecuaria 2010-2014*. Recuperado de <http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/cartilla-de-politica-agropecuaria-2010-2014.pdf>.
- —. (2015). Incentivos CIF otorgados al sector cauchero.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio indicadores económicos



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minagricultura (2015). Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales del Minagricultura. Incentivos CIF otorgados al sector cauchero.

© UPRA, 2016

3.1.4. VARIABLE INCENTIVO A LA CAPITALIZACIÓN RURAL (ICR)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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).

Importancia de la variable

Permite dimensionar el apalancamiento financiero del sector cauchero en el municipio, un factor relevante para los agentes económicos en la toma de decisiones de inversión. Permite mejorar la competitividad de los productores caucheros mediante el apoyo a la inversión en bienes de capital. El incentivo a las inversiones en infraestructura para la producción, transformación y comercialización de caucho incide en la disminución de los costos de producción de los caucheros, lo que se traduce en 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 cauchero puede ofrecer precios más competitivos en el mercado.

Existe una relación directa 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 caucho 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 cauchero en un municipio con relación a los demás municipios del país.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Valor promedio anual por beneficiario 2010-2014 de los ICR otorgados a la cadena en el municipio (millones de pesos colombianos)	Aptitud
IC ≥ 0,0267 ≥ 12	A1
IC < 0,0267 > 0 - < 12	A2
Municipios sin historial de ICR	A3

Entre 2010 y 2014, el municipio de La Primavera (Vichada) se constituyó en el municipio donde se otorgaron los mayores recursos del ICR. Los productores ubicados en este municipio se beneficiaron con 425 millones de pesos (promedio anual por beneficiario) por concepto de este incentivo.

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, ICR otorgados al sector cauchero, 2010-2014.

2. Precisiones de la información

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

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calcula 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 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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión de los datos de ICR otorgados por beneficiario. Se consultan el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos se elabora el histograma de distribución y se calculan estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

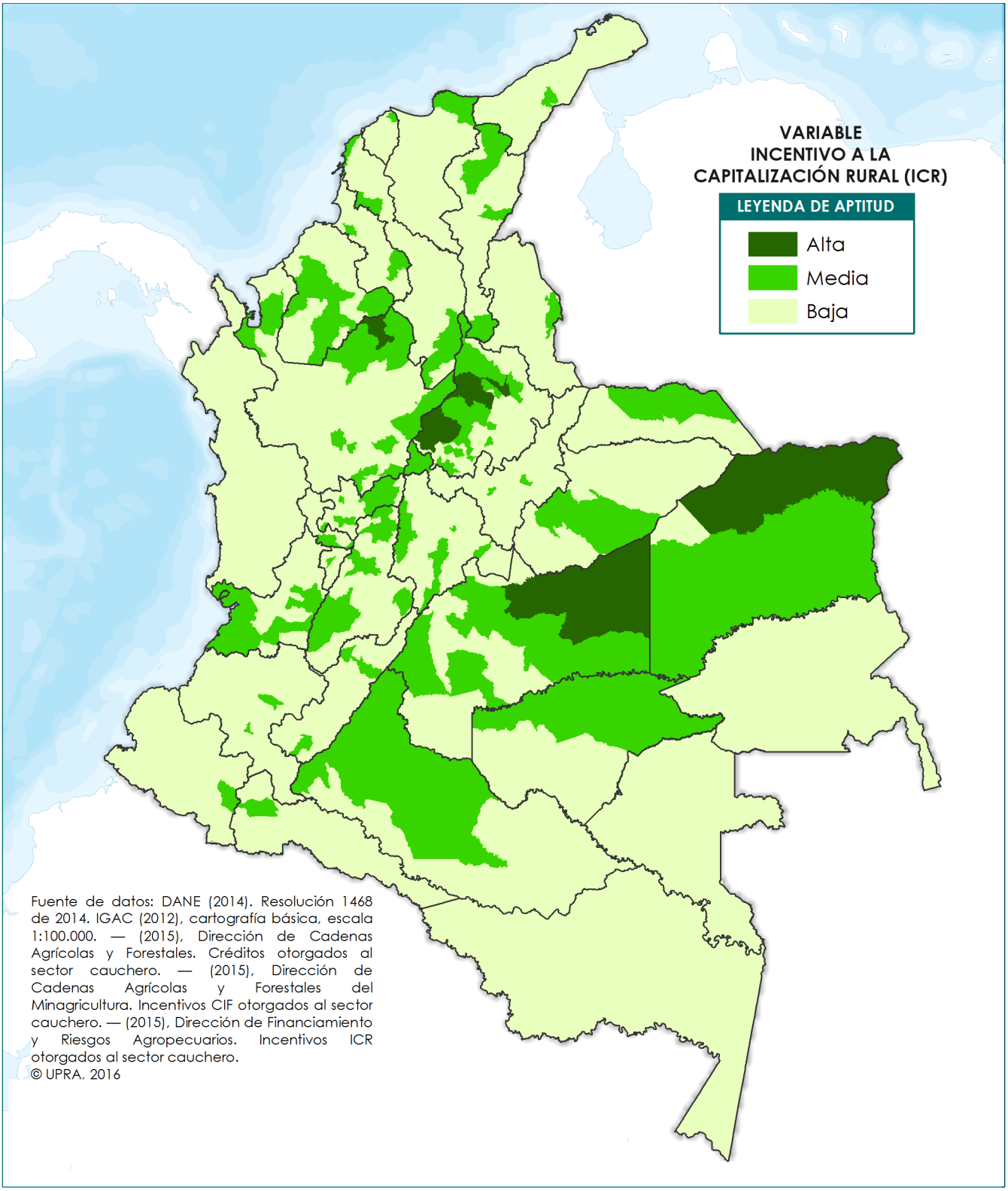
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Minagricultura. (2012). *Cartilla de Política Agropecuaria 2010-2014*. Recuperado de <http://portalterritorial.gov.co/apc-aa-files/7515a587f637c2c66d45f01f9c4f315c/cartilla-de-politica-agropecuaria-2010-2014.pdf>
- —. (2015). Incentivos ICR otorgados al sector cauchero.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio indicadores económicos



Fuente de datos: DANE (2014). Resolución 1468 de 2014. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2015), Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales. Créditos otorgados al sector cauchero. — (2015), Dirección de Cadenas Agrícolas y Forestales del Minagricultura. Incentivos CIF otorgados al sector cauchero. — (2015), Dirección de Financiamiento y Riesgos Agropecuarios. Incentivos ICR otorgados al sector cauchero.

© UPRA. 2016

3.2. CRITERIO PRECIO DE LA TIERRA RURAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistemico		
CRITERIO ASOCIADO: PRECIO DE LA TIERRA RURAL		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Precio de la tierra rural municipal, cuya unidad de medida es 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.

Definición

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 asimila e incorpora como el avalúo catastral promedio por hectárea de los predios rurales de un municipio.

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 él comprendidos (IGAC, 2011).

Importancia del criterio

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.

Los municipios con precios de la tierra más bajos son más atractivos para los agentes económicos interesados en el desarrollo de la actividad productiva cauchera.

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.

Valor de ponderación del criterio: 5,0 %

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
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

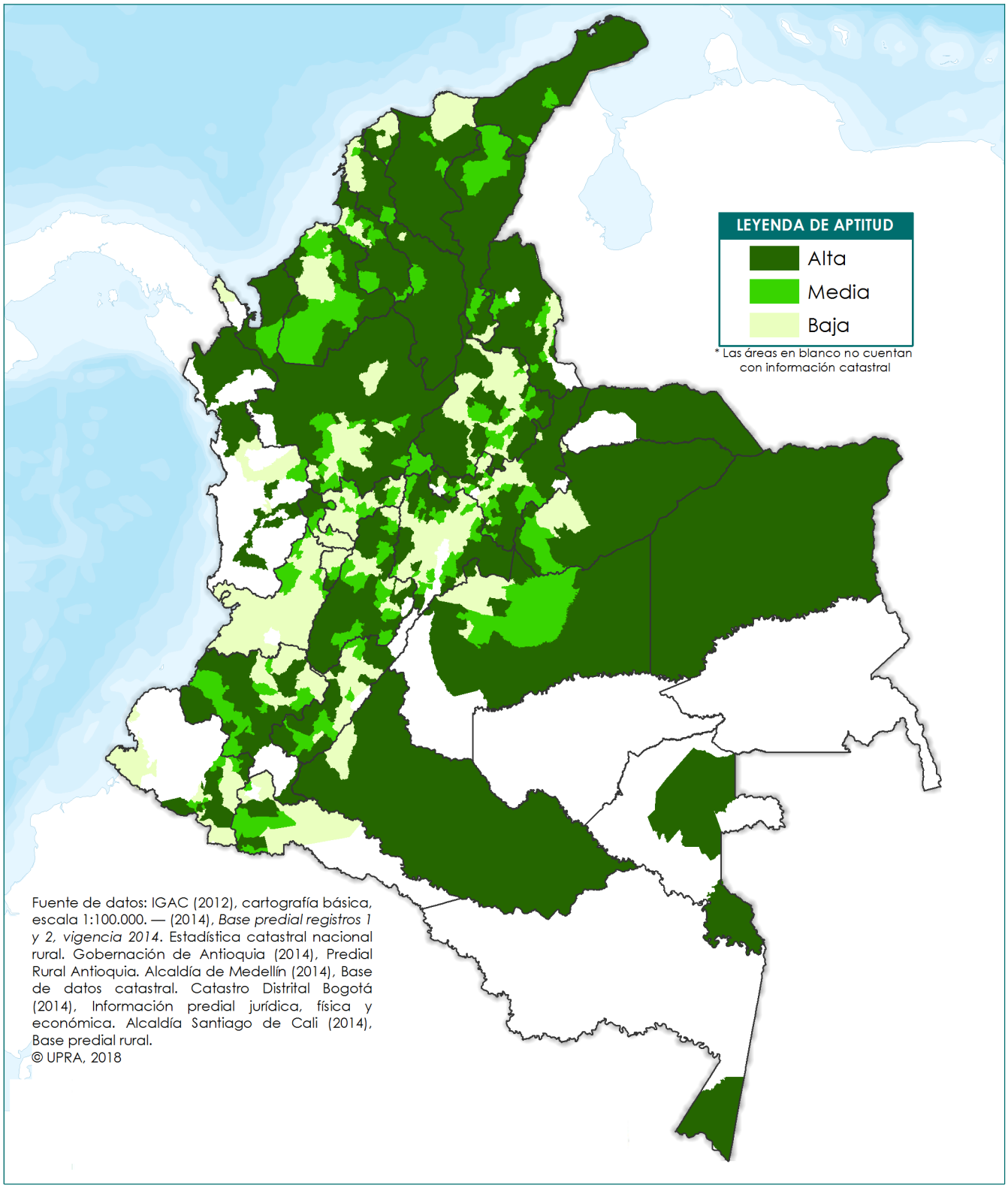
Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Resolución 70 de 2011. Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral. *Diario Oficial* 47.968, del 17 de febrero de 2011. Colombia. Recuperado de < http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41638>
- —. (2014d). *Base predial registros 1 y 2*. Estadística catastral nacional rural.



Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio precio de la tierra rural



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Base predial registros 1 y 2, vigencia 2014*. Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014), Predial Rural Antioquia. Alcaldía de Medellín (2014), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2014), Información predial jurídica, física y económica. Alcaldía Santiago de Cali (2014), Base predial rural.

© UPRA, 2018

3.2.1. VARIABLE PRECIO DE LA TIERRA RURAL MUNICIPAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: PRECIO DE LA TIERRA RURAL		
Variable: precio de la tierra rural municipal	**Unidad de medida:** 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)	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Expresión del valor de intercambio de las tierras rurales en un municipio. Para efectos de la zonificación, esta variable se asimila e incorpora como el avalúo catastral promedio por hectárea de los predios rurales de un municipio.

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 él comprendidos (IGAC, 2011).

Importancia de la variable

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.

Municipios con precios de la tierra más bajos son más atractivos para los agentes económicos interesados en el desarrollo de la actividad productiva cauchera.

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 las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Avalúo catastral promedio de los predios rurales con destino económico agropecuario por hectárea en el municipio a 2014 (pesos colombianos)	Aptitud
IC > 0,998608 < 3.500.000	A1
IC entre 0,997015 y 0,998608 Entre 3.500.000 y 7.500.000	A2
IC < 0,997015 > 7.500.000	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 (2012), cartografía básica, escala 1: 100.000,
- IGAC. (2014). Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.

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

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 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 definen bajo la premisa de que los precios comerciales por hectárea para la categoría A1 deben ser inferiores a $ 7.000.000; para la categoría A2 deben estar entre $ 7.000.000 y $ 15.000.000, y para la categoría A3, mayores a $ 15.000.000.

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.

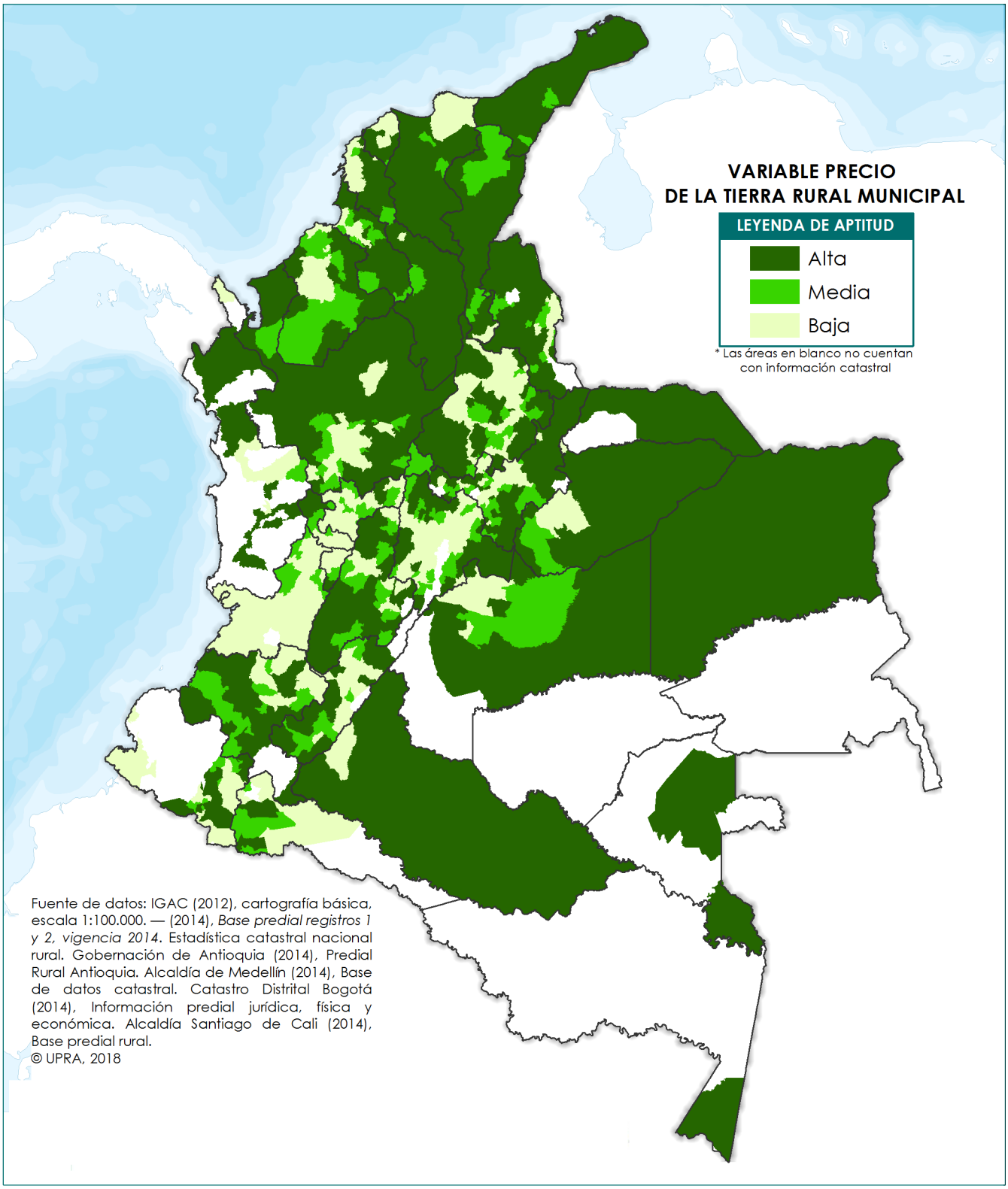
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2014d). *Base predial registros 1 y 2*. IGAC. (2014). Estadística catastral nacional rural.
- Resolución 70 de 2011. Por la cual se reglamenta técnicamente la formación catastral, la actualización de la formación catastral y la conservación catastral. *Diario Oficial* 47.968, del 17 de febrero de 2011. Colombia. Recuperado de < http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=41638>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio precio de la tierra rural



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Base predial registros 1 y 2, vigencia 2014*. Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014), Predial Rural Antioquia. Alcaldía de Medellín (2014), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2014), Información predial jurídica, física y económica. Alcaldía Santiago de Cali (2014), Base predial rural.

© UPRA, 2018

3.3. CRITERIO TAMAÑO DE LA TIERRA RURAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistemico		
CRITERIO ASOCIADO: 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 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 y a su vez tienen una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.

Tamaños mayores de predios favorecen las economías de escala; en consecuencia, municipios 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

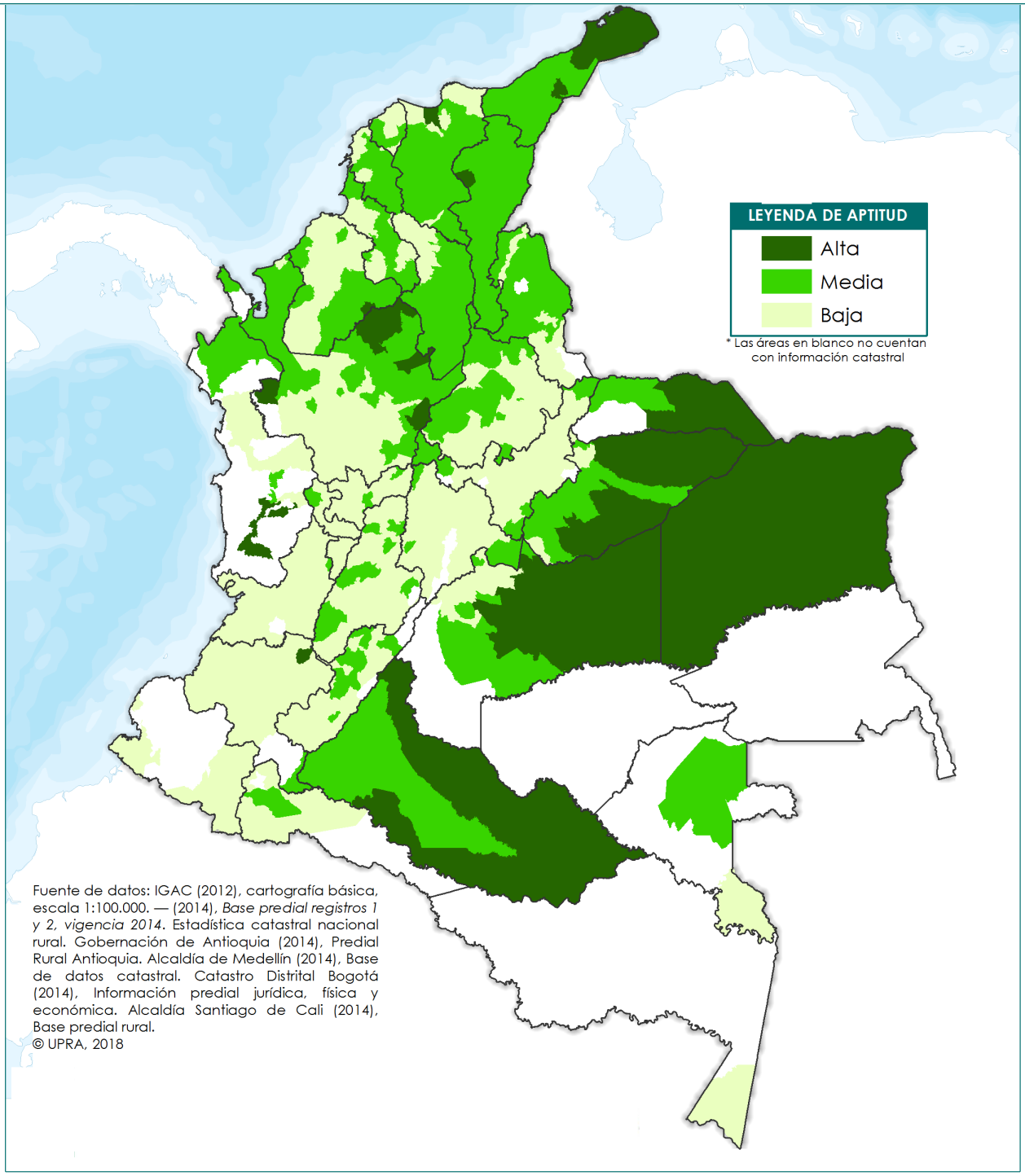
Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Tamaño tipo de los predios rurales	Tamaño predominante en hectáreas (ha)	> 100 ha	Entre 10 ha y 100 ha	< 10 ha

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2014d). Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | 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 caucho**	
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 que impactan la competitividad del cultivo. Los costos de producción están asociados a la economía de escalas, los cuales a su vez tiene una estrecha relación con el tamaño de la unidad de producción.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tamaño predominante en hectáreas (ha)	Aptitud
> 100 ha	A1
> 10 ha - < 100 ha	A2
< 10 ha	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.

Las áreas registradas en el catastro, en la mayoría de casos, corresponden a las indicadas en los títulos de dominio, bajo la figura de «cuerpo cierto», y no a la superficie real sobre la cual se ejerce dominio o posesión.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- IGAC (2012a), cartografía básica, escala 1:100.000,
- IGAC. (2014). Base predial registros 1 y 2. Estadística catastral nacional rural.

2. Precisiones de la información

Para la definición del tamaño tipo de los predios rurales a nivel municipal se tienen 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 definen con base en el análisis de las medidas de tendencia central de las áreas sembradas con caucho por productor. Adicionalmente, se consideran los tamaños de unidades productivas consultados con el gremio cauchero.

4. Cálculo del índice de competitividad y rangos

El tamaño tipo de cada municipio se define a partir de identificar el rango de tamaño con mayor proporción de predios y mayor área ocupada por estos. Se valoran y agrupan así:

Subvariables	Valoración de las subvariables		
	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 > 100 ha	Municipios donde la mayor proporción de predios está en el rango entre 10 y 100 ha	Municipios donde la mayor proporción de predios es < 10 ha
Área ocupada por los predios del rango	Municipios donde la mayor proporción de área está en el rango de tamaño > 100 ha	Municipios donde la mayor proporción de área está en el rango entre 10 y 100 ha	Municipios donde la mayor proporción de área está en el rango < 10 ha

A partir de la suma de las subvariables se define el tamaño predominante de los predios del municipio para asignar la aptitud competitiva como se muestra en el siguiente cuadro:

Variable	Categorías de aptitud competitiva con base en el tamaño predominante definido por la suma de las subvariables		
	A1	A2	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	Municipios donde la suma de subvariables es 2 o 3

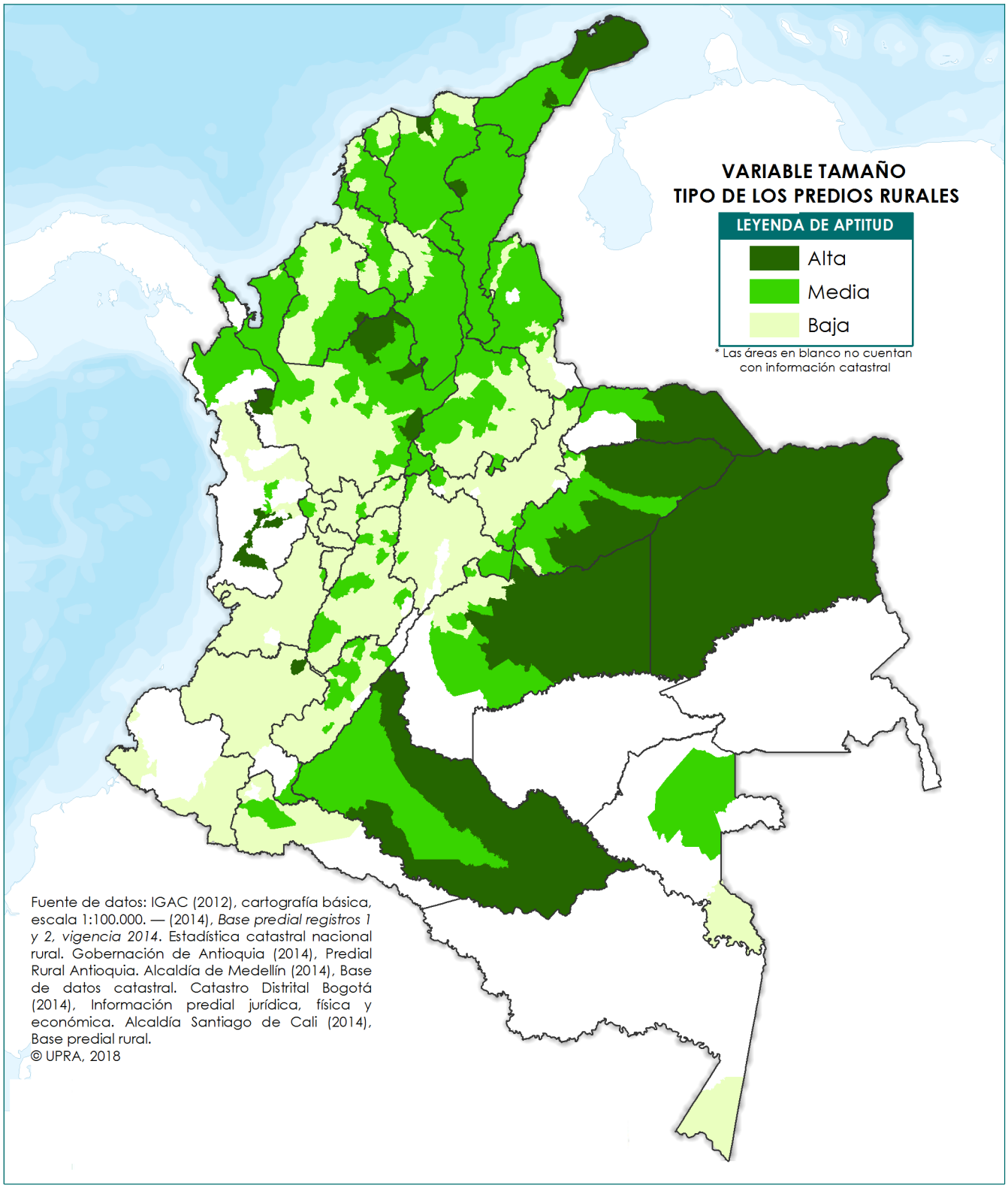
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- IGAC. (2010). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- —. (2014d). *Base predial registros 1 y 2*. Estadística catastral nacional rural.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio precio de la tierra rural



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. — (2014), *Base predial registros 1 y 2, vigencia 2014*. Estadística catastral nacional rural. Gobernación de Antioquia (2014), Predial Rural Antioquia. Alcaldía de Medellín (2014), Base de datos catastral. Catastro Distrital Bogotá (2014), Información predial jurídica, física y económica. Alcaldía Santiago de Cali (2014), Base predial rural.

© UPRA, 2018

3.4 CRITERIO INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Variable	Unidad de medida
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
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
Cercanía a puertos fluviales	Tiempo de desplazamiento (horas), calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano
Cercanía a plantas de transformación	Tiempo de desplazamiento (horas), calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la planta de transformación más cercana
Existencia de plantaciones	Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en las ha sembradas con caucho hasta el año 2014 en el municipio
Interconexión eléctrica	Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el Índice de cobertura del servicio de energía eléctrica (ICEE)
Presencia de entidades bancarias	Número de entidades bancarias en el municipio
Distritos de adecuación de tierras	Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio

Definición

Conjunto de bienes y servicios necesarios para la movilidad del aparato productivo.

Importancia del criterio

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 caucho y plantas de transformación que pueden limitar o promover la competitividad de la cadena en la interacción con los mercados tanto nacionales como internacionales.

Existe una relación directa 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 se desarrolle en forma eficiente.

Limitantes de la evaluación del criterio

La selección de los centros de servicios se realizó con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para el año 2014, estimada a partir del Censo del año 2005.

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), puesto que pueden ser zonas potencialmente aptas para el desarrollo del cultivo. La información fuente no obedece a un censo de plantaciones de caucho natural 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 proyección de la población realizadas por el DANE para el año 2013, 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.

En cuanto a la variable distritos de adecuación de tierras, la serie de datos analizada presenta información actualizada al año 2007.

Existe la posibilidad de que se presenten 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 del área del distrito de riego. No obstante, la base de datos no incluye la información completa de áreas regadas y/o beneficiadas para todos los distritos de adecuación de tierras registrados.

Valor de ponderación del criterio: 8,5 %

Metodología de evaluación

El criterio se construye 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 procede a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud. Los resultados de esta suma se agrupan en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: alta (A1); media (A2) y baja (A3), como se presentan en el siguiente cuadro:

Aptitud		
A1 (3 puntos)	**A2 (2 puntos)**	**A3 (1 punto)**
Municipios con sumatoria de aptitud > 14	Municipios con sumatoria de aptitud entre 13 y 10	Municipios con sumatoria de aptitud < 9

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud competitiva		
		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	> 3 y < 6	> 6

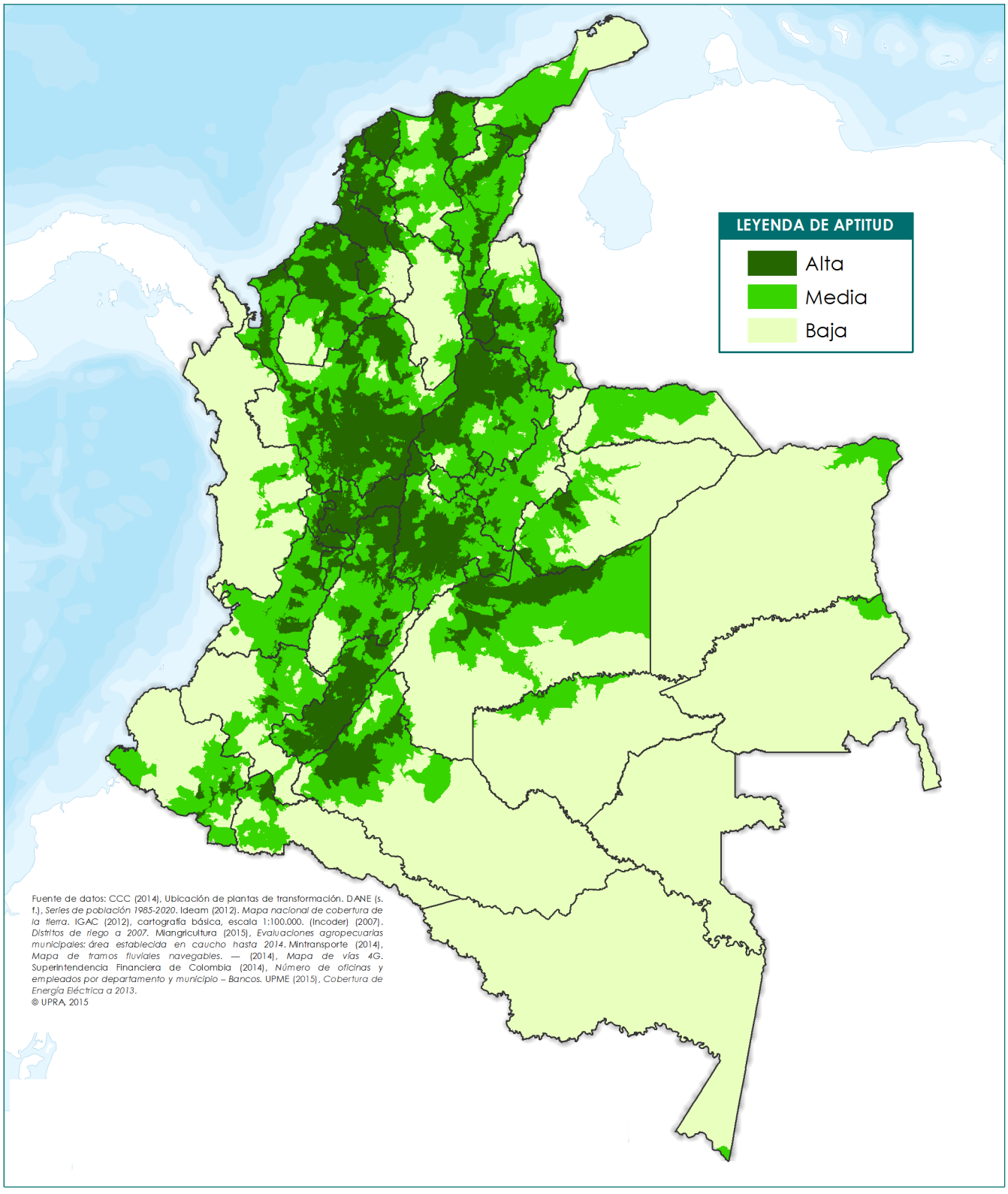
Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud competitiva		
		A1	A2	A3
Cercanía a puertos marítimos	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano	< 4	> 4 y < 8	> 8
Cercanía a puertos fluviales	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto fluvial más cercano	< 3	> 3 y < 6	> 6
Cercanía a plantas de transformación	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la planta de transformación más cercana	< 5	> 5 y < 7	> 7
Existencia de plantaciones	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,10	IC < 0,10	Municipios sin información de área plantada con caucho
	Hectáreas sembradas en caucho hasta 2014	>1000	< 1000	
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	3-1	Sin presencia de entidades bancarias
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

- Confederación Cauchera Colombiana (CCC). (2014). *Plantas de transformación de caucho.* Bogotá: CCC.
- Decreto 663 de 1993. Por medio del cual se actualiza el Estatuto Orgánico del Sistema Financiero y se modifica su titulación y numeración. *Diario Oficial* 40.820, del 5 de abril de 1993. Recuperado de < http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1348>
- DANE. (s. f.). *Series de población 1985-2020.* Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Incoder. (2007). *Distritos de Riego a 2007. Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial.*
- Minagricultura. (2015). *Evaluaciones agropecuarias municipales: área establecida en caucho hasta 2014.*
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*
- —. (2014b). *Mapa de tramos fluviales navegables.*
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2014). *Número de oficinas y empleados por departamento y municipio – Bancos.* Recuperado de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=10084297>
- UPME. (2012). *Metodología para la estimación del Índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica – ICEE.* Recuperado de <http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_MetodologiaCalculoCoberturaEE_2012.pdf>
- —. (2015). *Cobertura de Energía Eléctrica a 2013.* Recuperado de <http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturadelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: CCC (2014), Ubicación de plantas de transformación. DANE (s. f.), *Series de población 1985-2020*. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. (Incoder) (2007). *Distritos de riego a 2007*. Miangricultura (2015), *Evaluaciones agropecuarias municipales: área establecida en caucho hasta 2014*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*. Superintendencia Financiera de Colombia (2014), *Número de oficinas y empleados por departamento y municipio – Bancos*. UPME (2015), *Cobertura de Energía Eléctrica a 2013*.

© UPRA, 2015

3.4.1. VARIABLE ACCESIBILIDAD A CENTROS DE SERVICIOS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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.

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los centros de servicios.

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.

Importancia de la variable

Incide en la competitividad para el desarrollo de un cultivo al facilitar la movilidad del aparato productivo.

La accesibilidad, en términos de transporte, viene determinada como una consecuencia de la oferta y estado de las redes de transporte vial y fluvial. Cuando la red de transporte considerada es suficiente y en buen estado, los tiempos de recorrido hasta los centros de servicios serán menores, por tanto, los municipios serán más competitivos en comparación con aquellos que disponen de una red en mal estado, escasa o inexistente.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los centros de servicios: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro de servicios más cercano	Aptitud
≤ 3	A1
> 3 - ≤ 6	A2
> 6	A3

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.

Limitantes de la evaluación de la variable

La selección de los centros de servicios se realiza con base en las proyecciones de la población realizadas por el DANE para 2014, estimada a partir del censo de población de 2005.

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.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014). Proyecciones de población municipales por área.

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 define para la zonificación que los centros de servicios están ubicados en los municipios con población mayor a 30.000 habitantes, se incluyen excepcionalmente los municipios de Puerto Carreño e Inírida, con proyecciones de población para el 2014 menores a 30.000 habitantes, porque allí se localizan los principales centros de servicios de los departamentos de Vichada y Guainía, respectivamente.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen 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.

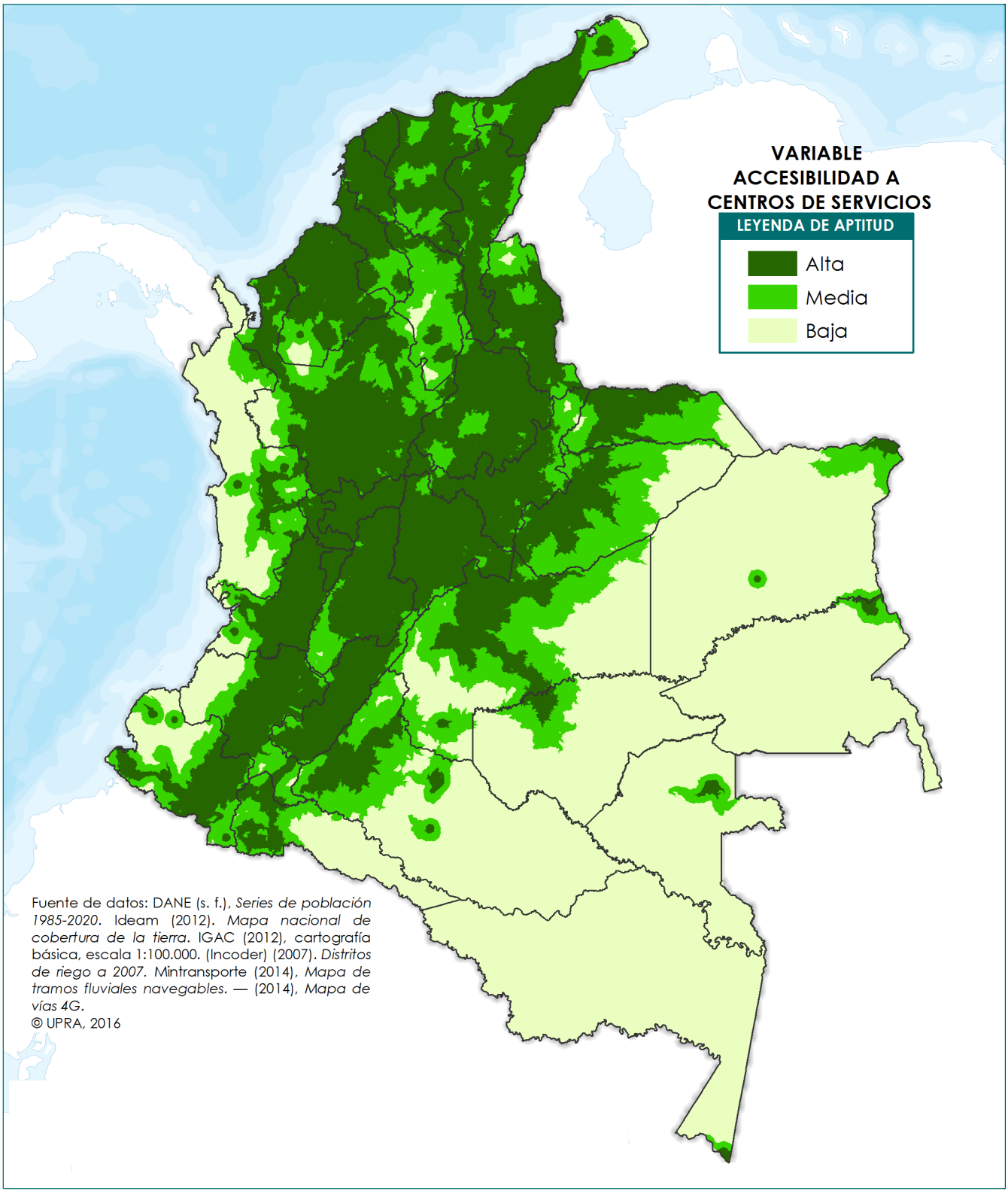
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- DANE. (s. f.). *Series de población 1985-2020*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: DANE (s. f.), *Series de población 1985-2020*. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. (Incoder) (2007). *Distritos de riego a 2007*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2016

3.4.2. VARIABLE CERCANÍA A PUERTOS MARÍTIMOS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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.

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos marítimos.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos frente a la potencialidad de realizar operaciones de comercio internacional que beneficien la competitividad de la cadena. 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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los puertos marítimos: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el puerto marítimo más cercano	Aptitud
≤ 4	A1
> 4 - ≤ 8	A2
> 8	A3

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 el menor grado de aptitud competitiva frente a su cercanía a los puertos marítimos.

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

- IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte. (2014). Tramos de la red vial nacional y departamental, 2014.
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables.
- Mintransporte. (2014). Mapa de vías 4G.

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 en la actualidad.

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 es el punto de referencia a partir del cual 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 definen teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los puertos marítimos: puertos marítimos a menos de cuatro horas implican 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 implican la necesidad de disponer de más de un día para desplazamiento para acceder a los servicios portuarios de comercio internacional.

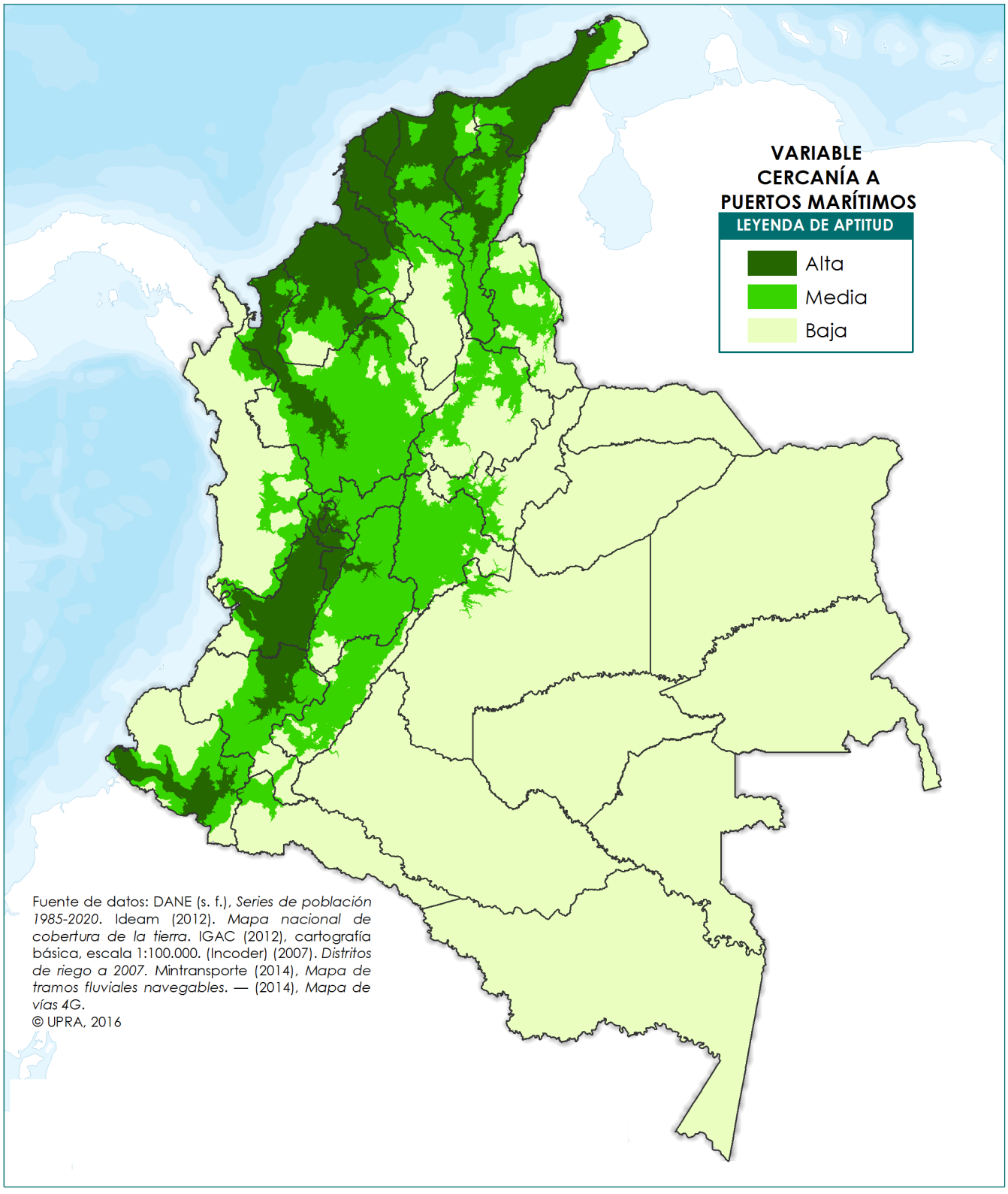
Unidad de análisis	Isócronas.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*
- —. (2014b). *Mapa de tramos fluviales navegables.*
- —. (2014c). *Mapa de vías 4G.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: DANE (s. f.), *Series de población 1985-2020*. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. (Incoder) (2007). *Distritos de riego a 2007*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2016

3.4.3. VARIABLE CERCANÍA A PUERTOS FLUVIALES

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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.

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los puertos fluviales.

Importancia de la variable

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, puesto que ofrece al productor una opción de transporte adicional a la terrestre que puede incidir positivamente en los costos de transporte de carga.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los puertos fluviales: alta (A1), media (A2) y baja (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	A1
> 3 - ≤ 6	A2
> 6	A3

La regiones Andina y Caribe muestran la mayor aptitud competitiva por su cercanía a los tramos navegables del río Magdalena.

Limitantes de la evaluación de la variable

No se identificaron limitantes para la evaluación de 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
- Mintransporte. (2014). Mapa de tramos fluviales navegables.
- Mintransporte. (2014). Mapa de vías 4G.

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 es el punto de referencia a partir del cual 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 definen teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta los puertos fluviales: puertos fluviales a menos de tres horas implican menos de medio día para desplazarse a ellos como medio de entrada para emplear la red fluvial; puertos fluviales a más de tres y menos de seis horas implican hasta un día para desplazarse a ellos y emplear la red fluvial de transporte; puertos fluviales a más de seis horas implican más de un día para desplazarse a ellos y emplear la red fluvial de transporte.

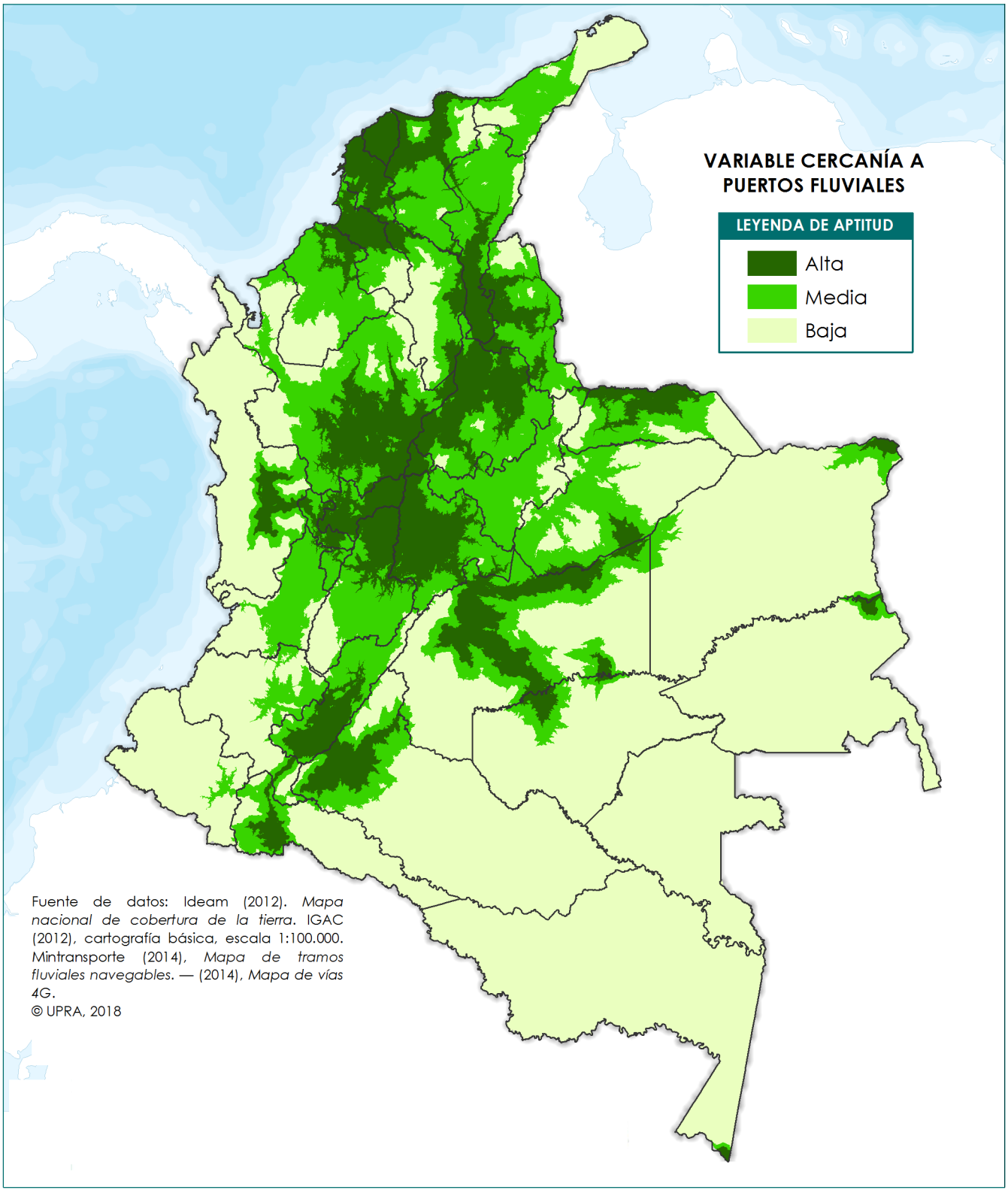
Unidad de análisis	Isócronas.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*
- —. (2014b). *Mapa de tramos fluviales navegables.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2018

3.4.4. VARIABLE CERCANÍA A PLANTAS DE TRANSFORMACIÓN

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
Variable: cercanía a plantas de transformación	**Unidad de medida:** tiempo de desplazamiento en horas (TD), calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la planta de transformación más cercana	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Facilidad con la que se pueden alcanzar las plantas de transformación de caucho desde un punto del territorio donde se obtiene el producto derivado del caucho.

Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta las plantas de transformación de la materia prima.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la comercialización de la producción agrícola. Municipios más cercanos a plantas de transformación cuentan con mayores oportunidades y costos más competitivos para llevar la materia prima del látex del caucho desde las plantaciones.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta la planta de transformación: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta la planta de transformación más cercana	Aptitud
≤ 5	A1
> 5 - ≤ 7	A2
> 7	A3

De acuerdo con la información suministrada por la Confederación Cauchera Colombiana, para 2015 Colombia contaba con cinco plantas de transformación de caucho, las cuales se ubicaban en los departamentos de Santander (Cimitarra), Caquetá (La Montañita), Antioquia (Yarumal y Caucasia) y Meta (Puerto López).

Limitantes de la evaluación de la variable

No se identificaron limitantes para la evaluación de 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
- Confederación Cauchera Colombiana. (2014). Plantas de transformación de caucho.

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 las plantas de transformación de caucho es el punto de referencia a partir del cual se estima el área de influencia para un tiempo de desplazamiento determinado.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento hasta las plantas de transformación de caucho: plantas de transformación a menos de cinco horas implican menos de medio día para entregar la materia prima en la planta; plantas de transformación a más de cinco y menos de siete horas implican hasta un día para entregar la materia prima en la planta; plantas de transformación a más de siete horas implican más de un día para entregar la materia prima en la planta.

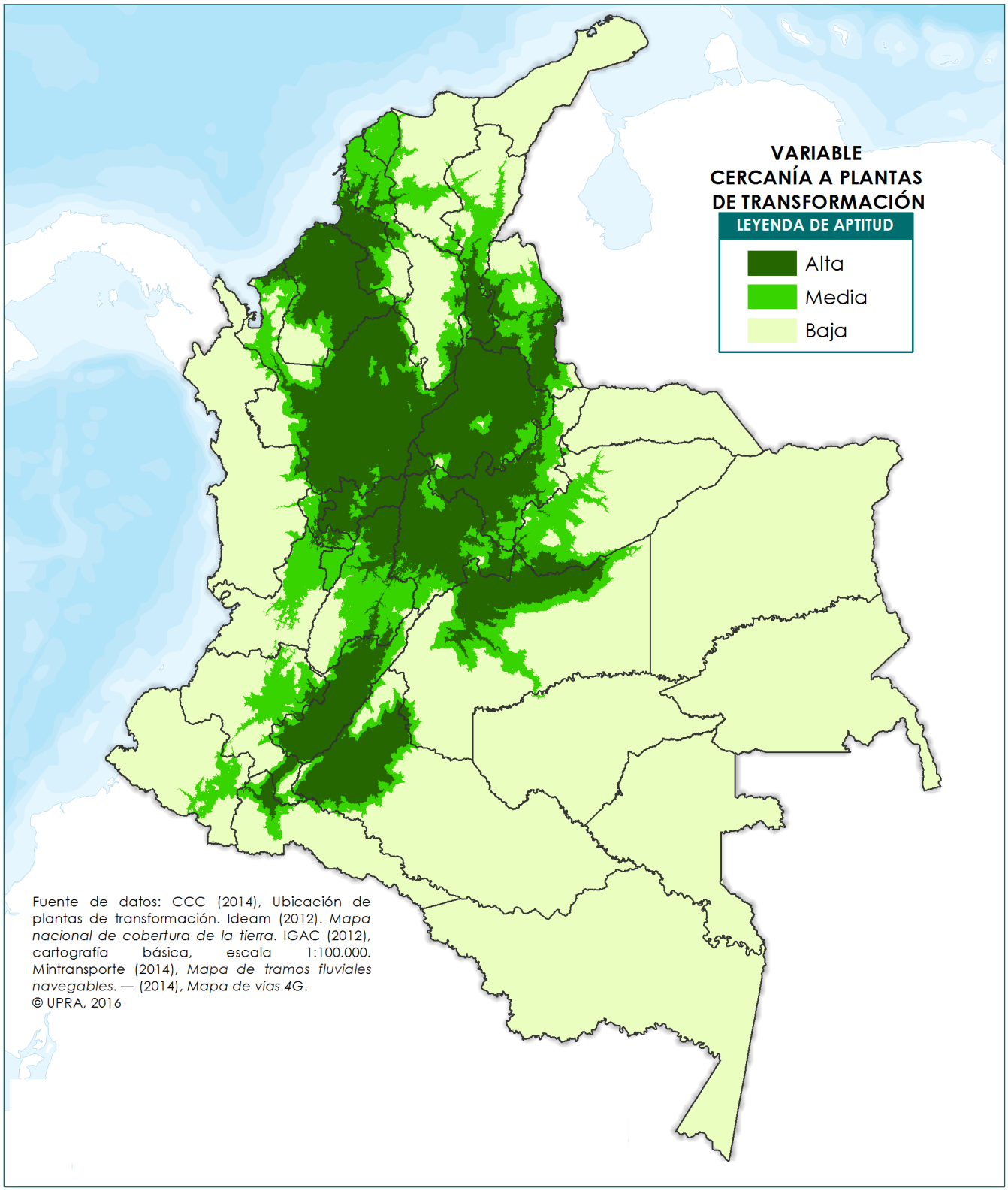
Unidad de análisis	Isócrona por municipio.

Fuentes de información

- Confederación Cauchera Colombiana (CCC). (2014). *Plantas de transformación de caucho.* Bogotá: CCC.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: CCC (2014), Ubicación de plantas de transformación. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2016

3.4.5 VARIABLE EXISTENCIA DE PLANTACIONES

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INFRAESTRUCTURA Y LOGÍSTICA		
Variable: existencia de plantaciones	**Unidad de medida:** índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en las ha sembradas con caucho hasta el año 2014 en el municipio	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Área sembrada (ha) con caucho con fines comerciales.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la presencia de zonas caucheras donde existe infraestructura productiva y logística especializada para la cadena de caucho.

Existe una relación directa entre la existencia de plantaciones y la aptitud competitiva del municipio. Municipios donde se registran mayor área plantada en caucho se consideran más competitivos porque ofrecen condiciones más propicias para el desarrollo de la actividad cauchera. Municipios con plantaciones de caucho natural 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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Hectáreas sembradas en caucho hasta 2014 en el municipio	Aptitud
IC ≥ 0,10 ≥ 1000	A1
IC < 0,10 < 1000	A2
Municipios sin información	A3

Con base en los estadígrafos de la variable, del total de las 52.131 ha sembradas con caucho en Colombia hasta el año 2014, el mayor área se registró en el municipio de Puerto López, con 9998 ha plantadas, y el menor área, en Cabuyaro, con 2 ha, ambos municipios ubicados en el departamento del Meta. El promedio de área sembrada por municipio hasta 2014 (considerando únicamente los municipios con plantaciones de caucho) fue de 445 ha. Considerando los mismos datos, la moda correspondió a 10 ha sembradas por municipio.

Limitantes de la evaluación de la variable

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), puesto que pueden ser zonas potencialmente aptas para el desarrollo del cultivo.

La información fuente no obedece a un censo de plantaciones de caucho sembradas por municipio.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- Minagricultura. (2015). Evaluaciones agropecuarias municipales: área establecida en caucho hasta 2014.

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 toman los valores de área sembrada con caucho hasta el año 2014.

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

El IC 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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión del área sembrada. Se consultan el marco teórico y la línea base de la cadena. Para analizar los datos se elabora el histograma de distribución y se calculan los estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

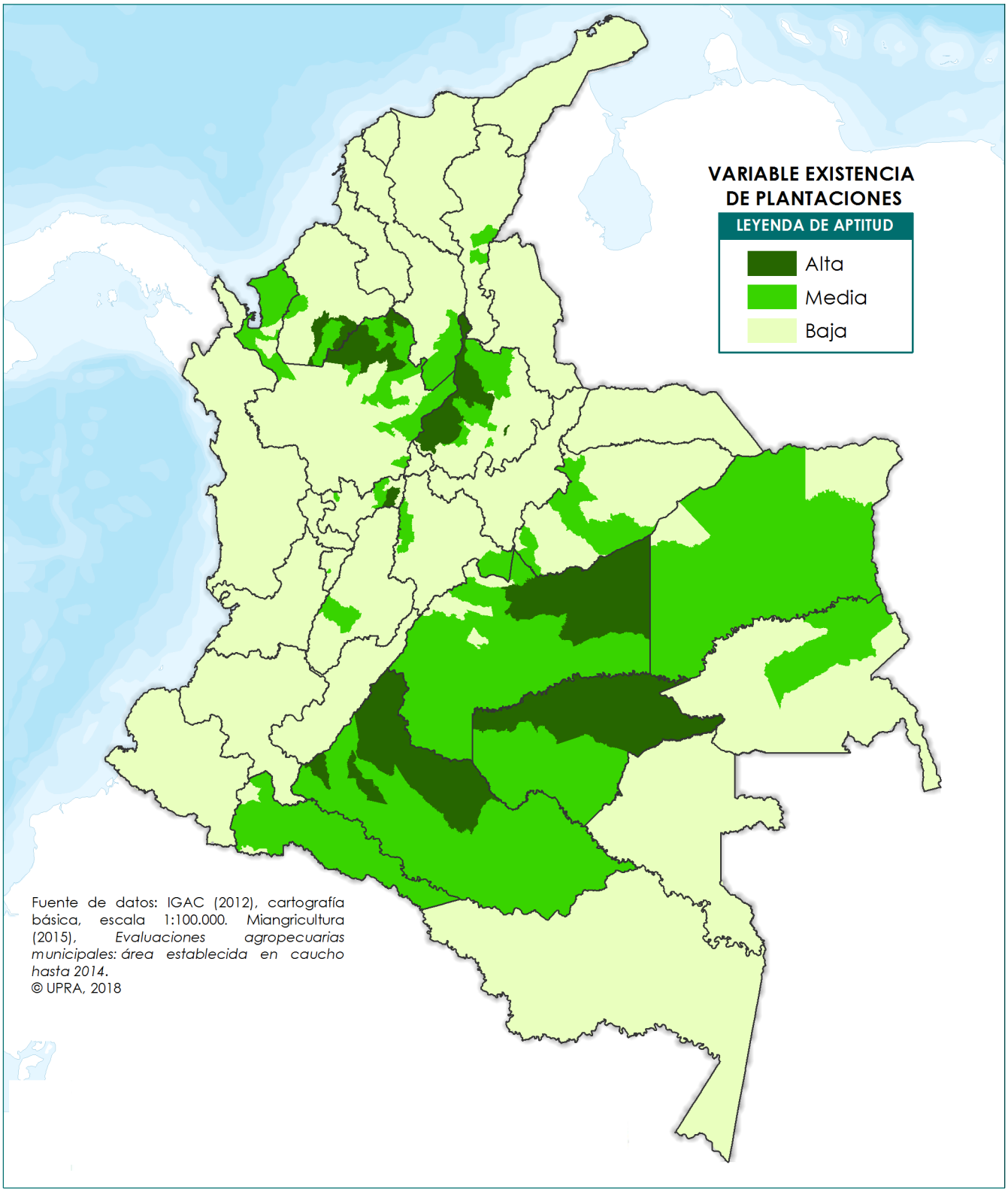
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Minagricultura. (2015d). Evaluaciones agropecuarias municipales: área establecida en caucho al año 2014.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Miangricultura (2015), *Evaluaciones agropecuarias municipales: área establecida en caucho hasta 2014*.

© UPRA, 2018

3.4.6 VARIABLE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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).

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) (2012) precisa las siguientes definiciones:

ICEE: relación entre los usuarios de energía eléctrica y las viviendas.

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, bien como receptor directo del servicio.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos respecto a las condiciones del municipio para acceder y utilizar (en los procesos operativos y 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.

Existe una relación directa entre el nivel de interconexión eléctrica y la aptitud competitiva del municipio.

Municipios donde se registran altos nivel de interconexión eléctrica están asociados a mayor desarrollo comercial e industrial. Esto constituye una ventaja competitiva, puesto que se 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 cauchera.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la categoría de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (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 - < 90 %	A2
IC < 0,800 < 80 %	A3

Con base en 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.

Limitantes de la evaluación de la variable

La estimación del número de viviendas se realiza a partir del índice de habitantes por vivienda, con base en las proyección de la población realizadas por el DANE para el año 2013, estimada a partir del censo del año 2005.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información
Unidad de Planeación Minero Energética. (2015). Cobertura de Energía Eléctrica a 2013.

2. Precisiones de la información
La UPME identifica tres ICEE por cada municipio: ICEE para cabecera municipal, ICEE resto e ICEE total. Se tomó el ICEE total como referencia para el cálculo del índice de competitividad.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información
Se excluyen 5 registros de la base de datos de la información fuente que no corresponden a la clasificación de municipios del DANE. Estos son: Belén de Bajirá (Chocó); Acaricuara, 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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión del ICEE. Para analizar los datos se elabora el histograma de distribución y se calculan los estadígrafos como apoyo para definir los puntos de corte.

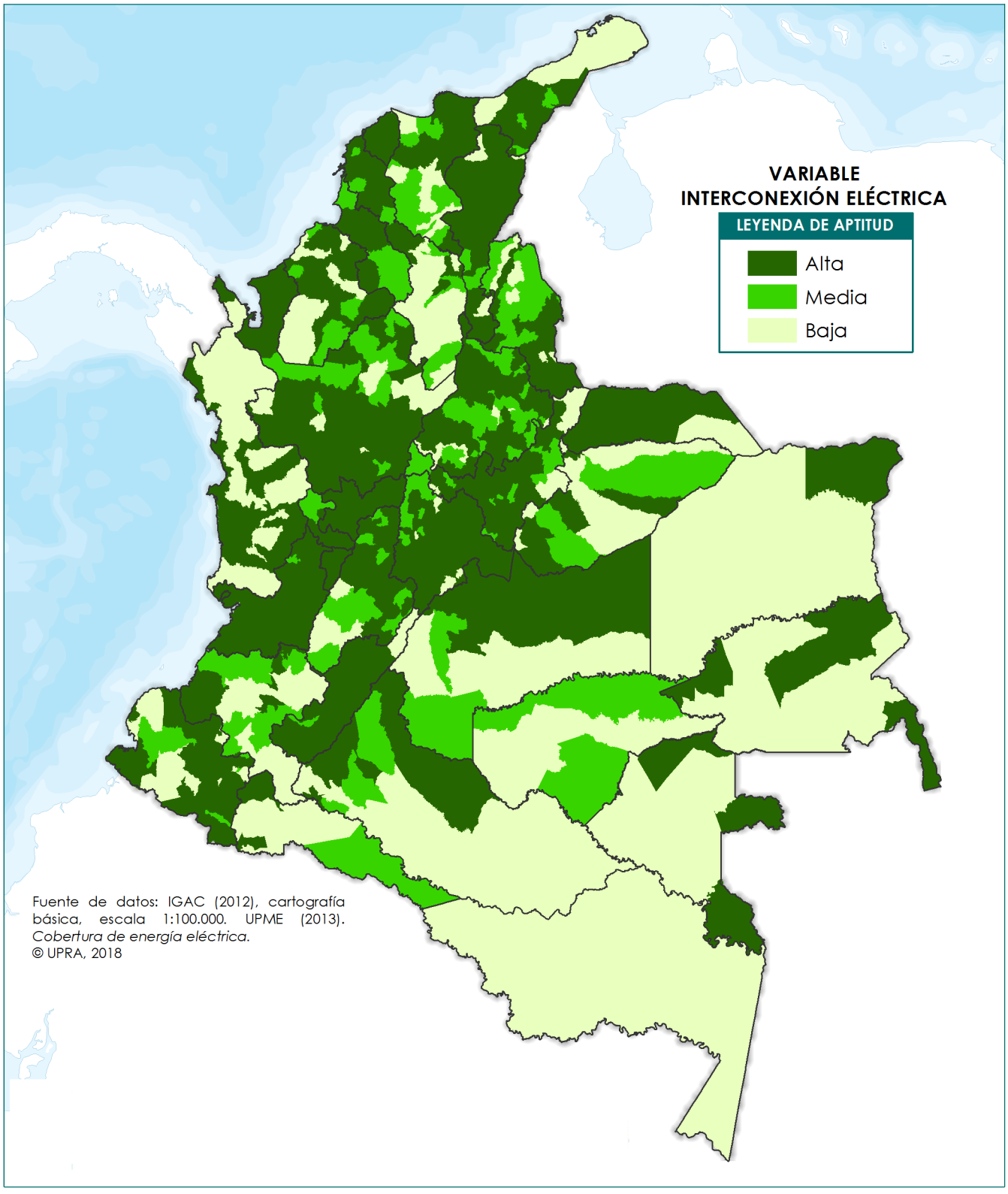
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Ley 143 de 1994. Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética. *Diario Oficial* 41.434, de 12 de julio de 1994. Colombia.
- UPME. (2012). *Metodología para la estimación del Índice de Cobertura del Servicio de Energía Eléctrica – ICEE*. Recuperado de <http://www.upme.gov.co/Siel/Siel/Portals/0/Piec/Anexo3_MetodologiaCalculoCoberturaEE_2012.pdf>
- __. (2015). *Cobertura de Energía Eléctrica a 2013*. Recuperado de <http://www.siel.gov.co/Inicio/CoberturadelSistemaInterconectadoNacional/ConsultasEstadisticas/tabid/81/Default.aspx>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. UPME (2013). *Cobertura de energía eléctrica.*

© UPRA, 2018

3.4.7 VARIABLE PRESENCIA DE ENTIDADES BANCARIAS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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

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 (artículo 2.2. del Decreto 663 de 1993).

Importancia de la variable

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 caucho.

La probabilidad de contar con los servicios que ofrecen las entidades bancarias incide en la reducción de costos de transacción y en el incremento de la seguridad en las transacciones y facilita el acceso a recursos financieros propios o al crédito.

Existe una relación directa entre el número de entidades bancarias y la aptitud competitiva del municipio.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Número de entidades bancarias en el municipio	Aptitud
> 3	A1
< 1 - > 3	A2
Sin presencia bancaria	A3

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 menos de tres entidades bancarias, de los cuales 632 municipios tienen entre una y dos entidades, y 289 municipios no poseen ninguna entidad bancaria.

Limitantes de la evaluación de la variable

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, puesto que no en todos los municipios del país hay presencia de dichas organizaciones.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- Superintendencia Financiera de Colombia. (2014). Número de oficinas y empleados por departamento y municipio – 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. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Los puntos de corte para establecer las categorías de aptitud se definen así: municipios donde tienen presencia más de tres entidades bancarias se consideran con aptitud alta (A1), pues muestran una mayor capacidad para acceder a los recursos financieros requeridos por el sector para el cultivo. Municipios donde hay entre 1 y 3 entidades bancarias tienen una aptitud media (A2); existen 289 municipios en el país sin entidades bancarias, con una aptitud baja (A3).

Unidad de análisis	Municipio.

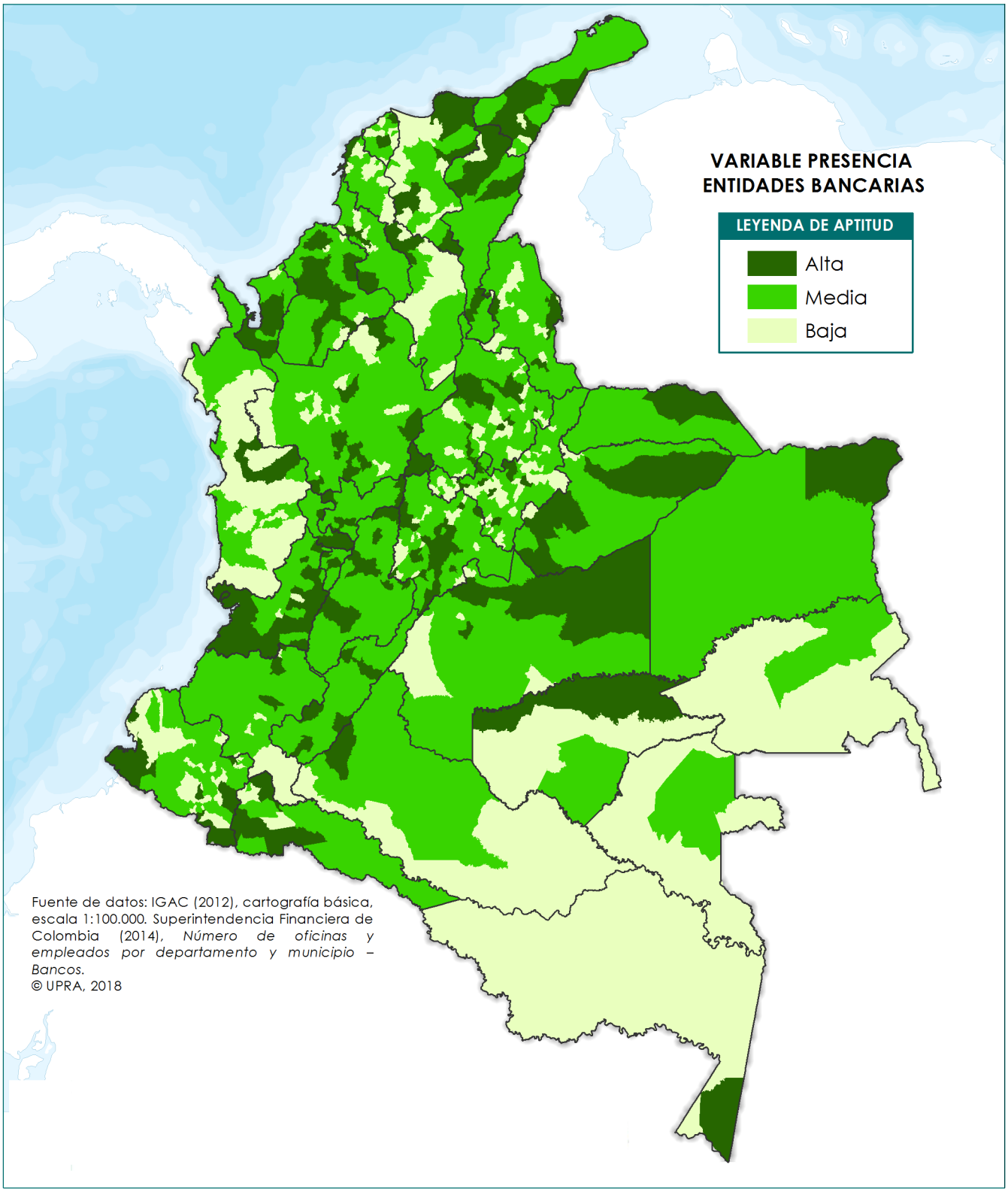
Fuentes de información

- Decreto 663 de 1993. Por medio del cual se actualiza el Estatuto Orgánico del Sistema Financiero y se modifica su titulación y numeración. Diario Oficial 40.820, del 5 de abril de 1993. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1348>
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2014). *Número de oficinas y empleados por departamento y municipio – Bancos.* Recuperado de <https://www.superfinanciera.gov.co/jsp/loader.jsf?lServicio=Publicaciones&lTipo=publicaciones&lFuncion=loadContenidoPublicacion&id=10084297>



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Superintendencia Financiera de Colombia (2014), *Número de oficinas y empleados por departamento y municipio – Bancos.*

© UPRA, 2018

3.4.8 VARIABLE DISTRITOS DE ADECUACIÓN DE TIERRAS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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

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. Las condiciones mejoradas de suelos, abastecimiento y drenaje de agua impactan directamente en los costos de producción y productividad del cultivo.

Existe una relación directa 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 y mejorar la productividad gracias al aporte de agua suplementaria por medio del riego y evacuación de excesos por drenaje.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con la presencia y al tamaño de los distritos de adecuación de tierras: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Presencia y escala de los distritos de adecuación de tierras en el municipio	Aptitud
Presencia de distritos grandes o medianos	A1
Presencia de distritos pequeños	A2
Sin presencia de distritos	A3

De acuerdo con los registros sobre distritos de adecuación de tierras para 2007, se encuentran 512 distritos de adecuación de tierras (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

La serie de datos analizada presenta información actualizada al 2007, existiendo 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 del 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.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información
Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (Incoder). (2007). Distritos de riego a 2007. Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial.

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 toma como referencia el distrito de adecuación de tierras de mayor escala en el municipio.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva
Las aptitud competitiva se define agrupando la escala de los distritos de riego en el municipio de la siguiente forma: municipios con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala grande o mediana (A1); municipios con presencia de distritos de adecuación de tierras de escala pequeña (A2); municipios sin registros de presencia de distritos de adecuación de tierras (A3).

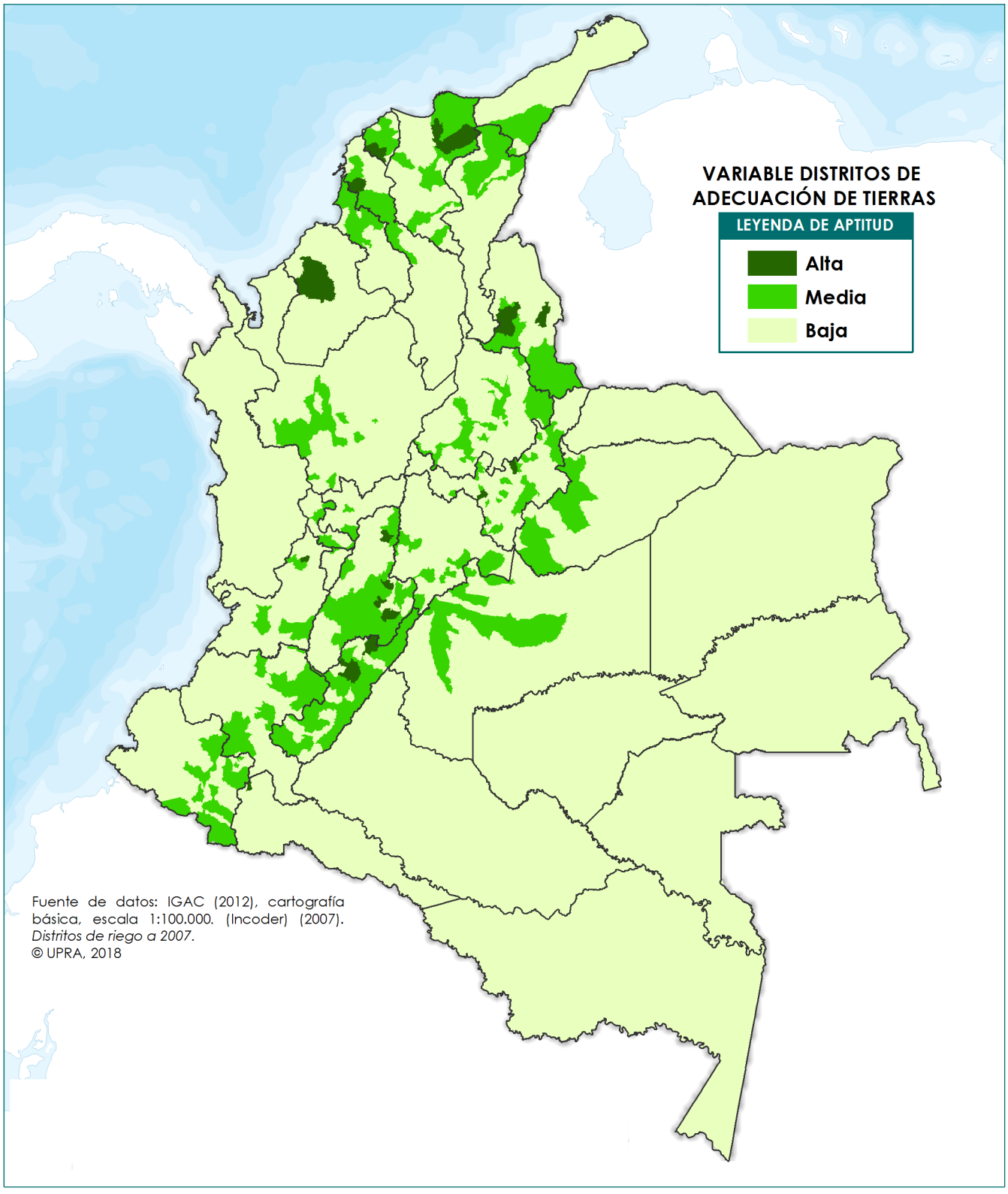
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Incoder. (2007). *Distritos de riego a 2007. Sistema de información geográfica para la planeación y el ordenamiento territorial.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio infraestructura y logística



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. (Incoder) (2007). *Distritos de riego a 2007.*

© UPRA, 2018

3.5. CRITERIO MERCADO LABORAL

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Variable	Unidad de medida
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
Población en edad de trabajar (PET_{20-64})	Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en la población en edad de trabajar (PET_{20-64})
Años promedio de escolaridad	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
Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales	Número de programas de formación académica en actividades del sector agrícola y forestal en el municipio

Definición

Identifica condiciones que afectan, positiva o negativamente, la disponibilidad de mano de obra para las necesidades del sector cauchero en el municipio.

Importancia del criterio

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.

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.

Limitantes de la evaluación del criterio

Los algoritmos utilizados para la estimación de los tiempos de desplazamiento, metodología de isócronas, no incluyen los costos y frecuencia de servicios de transporte, que también inciden en la movilidad de la mano de obra a nivel municipal.

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral, pueden estar dedicados a actividades escolares (estudiantes), al hogar, vivir de las rentas o pertenecer a algún régimen pre pensional por alguna discapacidad laboral, entre otras razones.

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.

La información disponible para determinar los años promedio de escolaridad corresponde al censo general 2005, lo que no permite conocer los logros y capacidades recientes de la población.

Valor de ponderación del criterio: 9,0 %

Metodología de evaluación

Las variables que comprende el criterio, califica los municipios según categorías de aptitud competitiva (A1, A2, A3). Para cada categoría de aptitud se asigna un valor, así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Se asigna la siguiente participación a las variables en la construcción del criterio:

- Cercanía a centros petroleros 10 %
- Población en edad de trabajar (PET_{20-64}) 30 %
- Años promedio de escolaridad 30 %
- Oferta educativa a nivel técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales 30 %

Aptitud		
A1	**A2**	**A3**
Municipios con sumatoria de aptitud > 2,4	Municipios con sumatoria de aptitud entre 1,7 y 2,3	Municipios con sumatoria de aptitud < 1,6

Rangos para la asignación de valores de aptitud

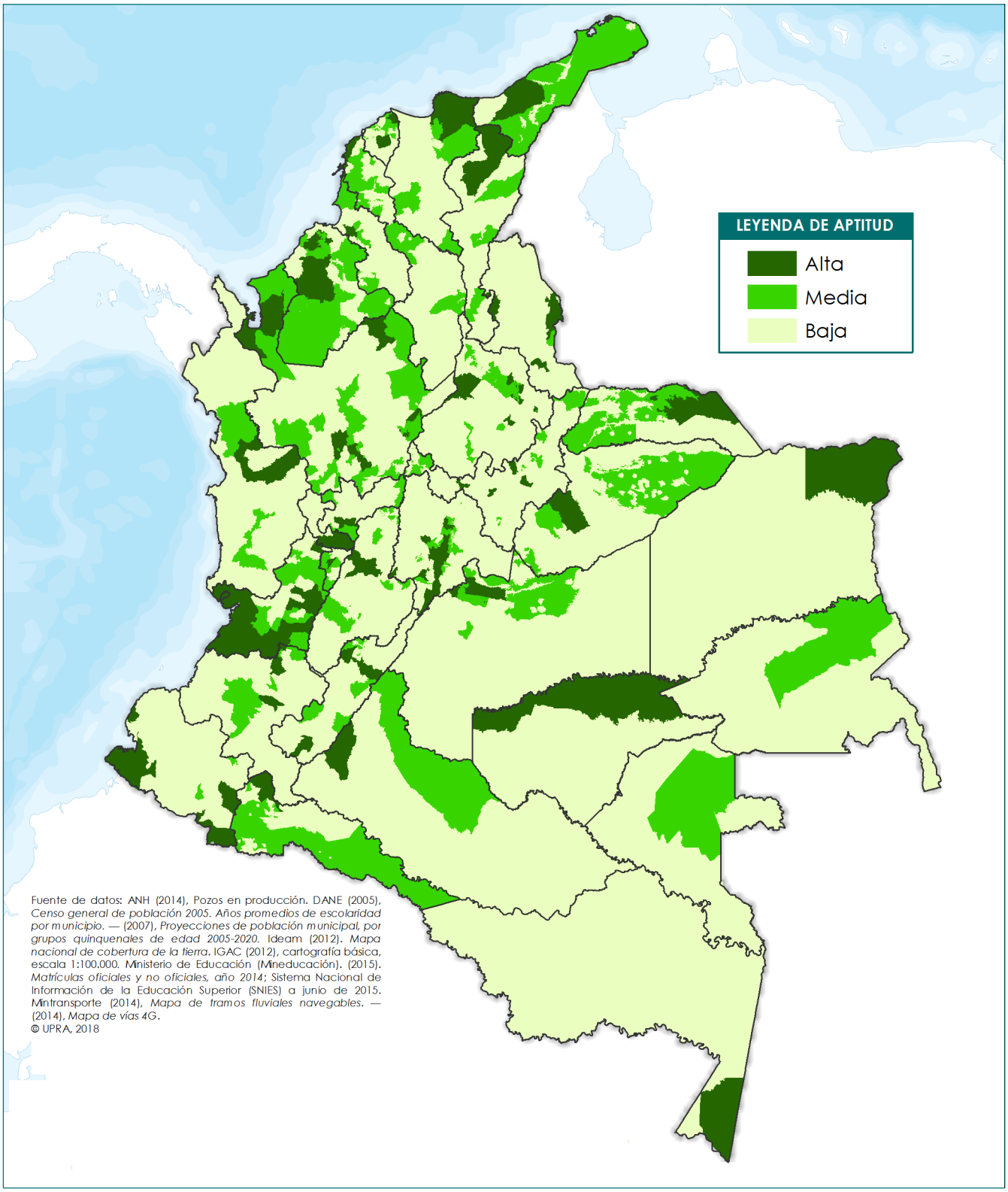
Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud competitiva		
		A1	**A2**	**A3**
Cercanía a centros petroleros	Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano	> 2	> 1 y < 2	< 1
Población en edad de trabajar (PET_{20-64})	Índice de competitividad (IC)	IC > l 0,01015	IC > 0,01015 y IC < 0,00419	IC < 0,00419
	Población en edad de trabajar (PET_{20-64})	> 50.000 personas	> 20.000 y < 50.000 personas	< 20.000 personas
Años promedio de escolaridad	Índice de competitividad (IC)	IC > 0,6510	IC > 0,3835 e IC < 0,6510	IC < 0,3835
	Número de años promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio	> 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 de formación académica, técnica, tecnológica y profesional, con modalidad presencial en el municipio	4 o más	2 o 3	0 o 1

Fuentes de información

- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2014). *Áreas en producción y exploración.*
- DANE. (2005). *Censo general de población 2005. Años promedio de escolaridad por municipio.*
- —. (2007). P*royecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mineducación. (2015). *Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014;* Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) a junio de 2015.
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio mercado laboral



Fuente de datos: ANH (2014), Pozos en producción. DANE (2005), *Censo general de población 2005. Años promedios de escolaridad por municipio.* — (2007), *Proyecciones de población municipal, por grupos quinquenales de edad 2005-2020.* Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Ministerio de Educación (Mineducación). (2015). *Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014*; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) a junio de 2015. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables.* — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2018

3.5.1 VARIABLE POBLACIÓN EN EDAD DE TRABAJAR (PET_{20-64})

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL		
Variable: población en edad de trabajar (PET_{0-64})	**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

Personas de determinada edad, a partir de la cual se consideran están en capacidad de trabajar. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorporó como la población en el rango entre los 20 y 64 años de edad en capacidad de trabajar.

Importancia de la variable

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.

Existe una relación directa entre la población en edad de trabajar y la aptitud competitiva del municipio. Municipios con mayor PET_{20-64} le muestran a los agentes económicos mejores opciones de mano de obra que podría ser aprovechada para el cultivo de caucho.

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: alta (A1); media (A2); baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Población en edad de trabajar (PET_{20-64})	Aptitud
IC > 0,01015 > 50.000 personas	A1
IC > 0,01015 y <0,00419 > 20.000 y < 50.000 personas	A2
IC < 0,00419 < 20.000 personas	A3

La participación porcentual de la PET_{20-64} respecto a la población total municipal en Colombia oscila entre 36,42 % y 65,34 %, con una PET_{20-64} promedio de 52,30 % para el orden nacional.

En valores absolutos, las cifras de la PET_{20-64} de los municipios y 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.

Limitantes de la evaluación de la variable

No toda la población en edad de trabajar está vinculada al mercado laboral, puede estar dedicada a actividades escolares (estudiantes), al hogar, vivir de las rentas o estar pensionada 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 $PET_{20\text{-}64}$ se toma de proyecciones de población de mediano plazo (2005-2020). Para efectos de la zonificación, se considera inicialmente 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 toma la información de los rangos de población correspondientes a 20 a 64 años.

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

A efecto de definir los rangos de aptitud se tomó la población en edad de trabajar ($PET_{20\text{-}64}$) 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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión de la participación de la $PET_{20\text{-}64}$ respecto a la población total del municipio. Se consultan el marco teórico y la línea base, se analiza la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calculan la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

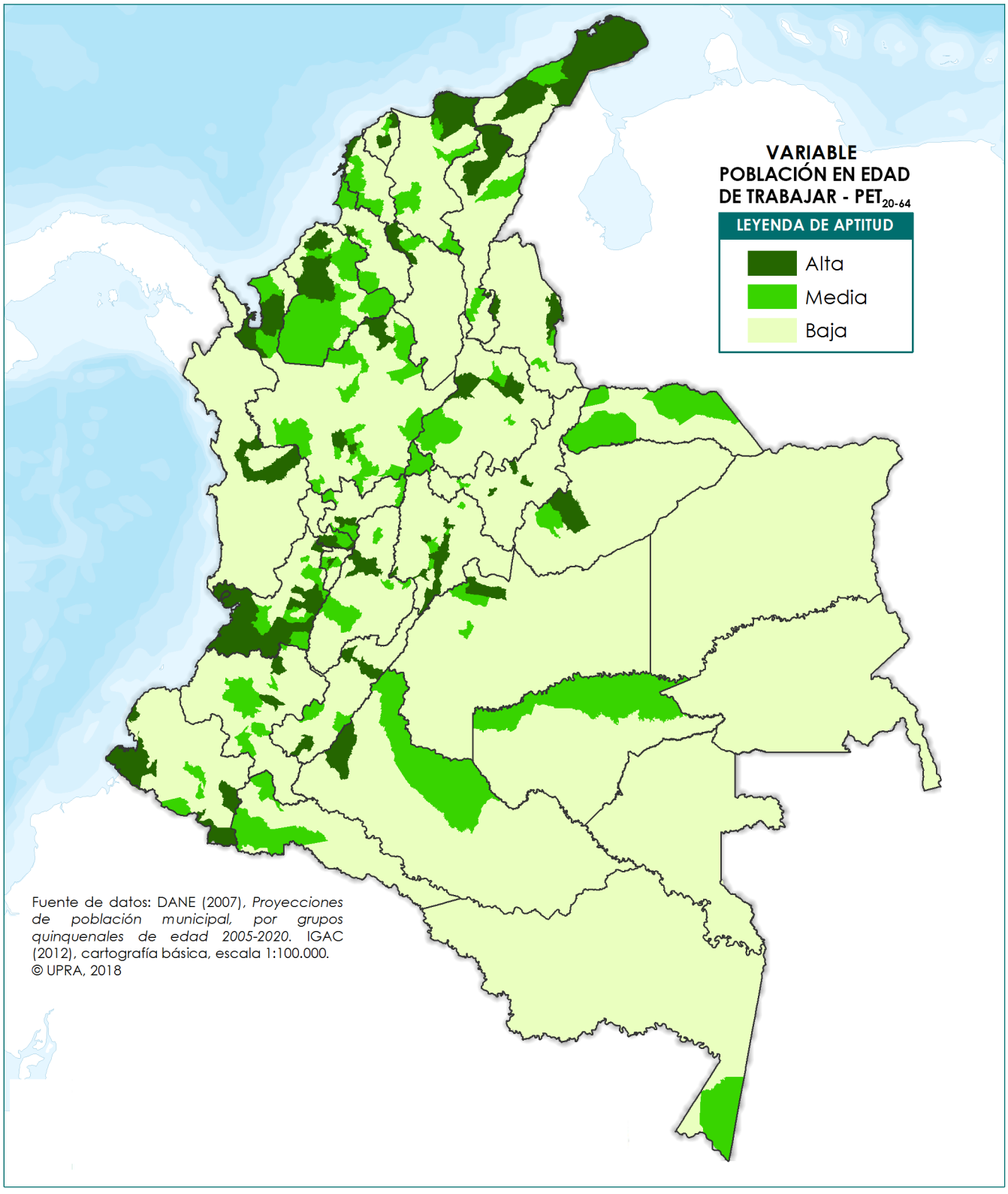
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- DANE. (2007). *Proyecciones de población municipal por grupos quinquenales de edad 2005-2020.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio mercado laboral



Fuente de datos: DANE (2007), *Proyecciones de población municipal, por grupos quinquenales de edad 2005-2020.* IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2018

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

3.5.2. VARIABLE AÑOS PROMEDIO ESCOLARIDAD

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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 en el nivel municipal.

Importancia de la variable

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 hacen parte del proceso productivo.

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 tanto, la competitividad de los municipios es directa a los años promedios de escolaridad de la población en los mismos.

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: alta (A1), media (A2) y baja (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 entre 0,3835 y 0,6510 entre 6 y 8 años	A2
IC < 0,3835 < 6 años	A3

Con base en 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 promedios 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 2005.

2. Precisiones de la información
Bajo el supuesto que todo niño o niña ingresa al colegio a los siete años cumplidos y la tasa de repitencia es cero, a los 15 años cumplidos debe haber aprobado como mínimo ocho años de estudio. Seis años aprobados supone haber cursado un año de preescolar y los 5 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 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.

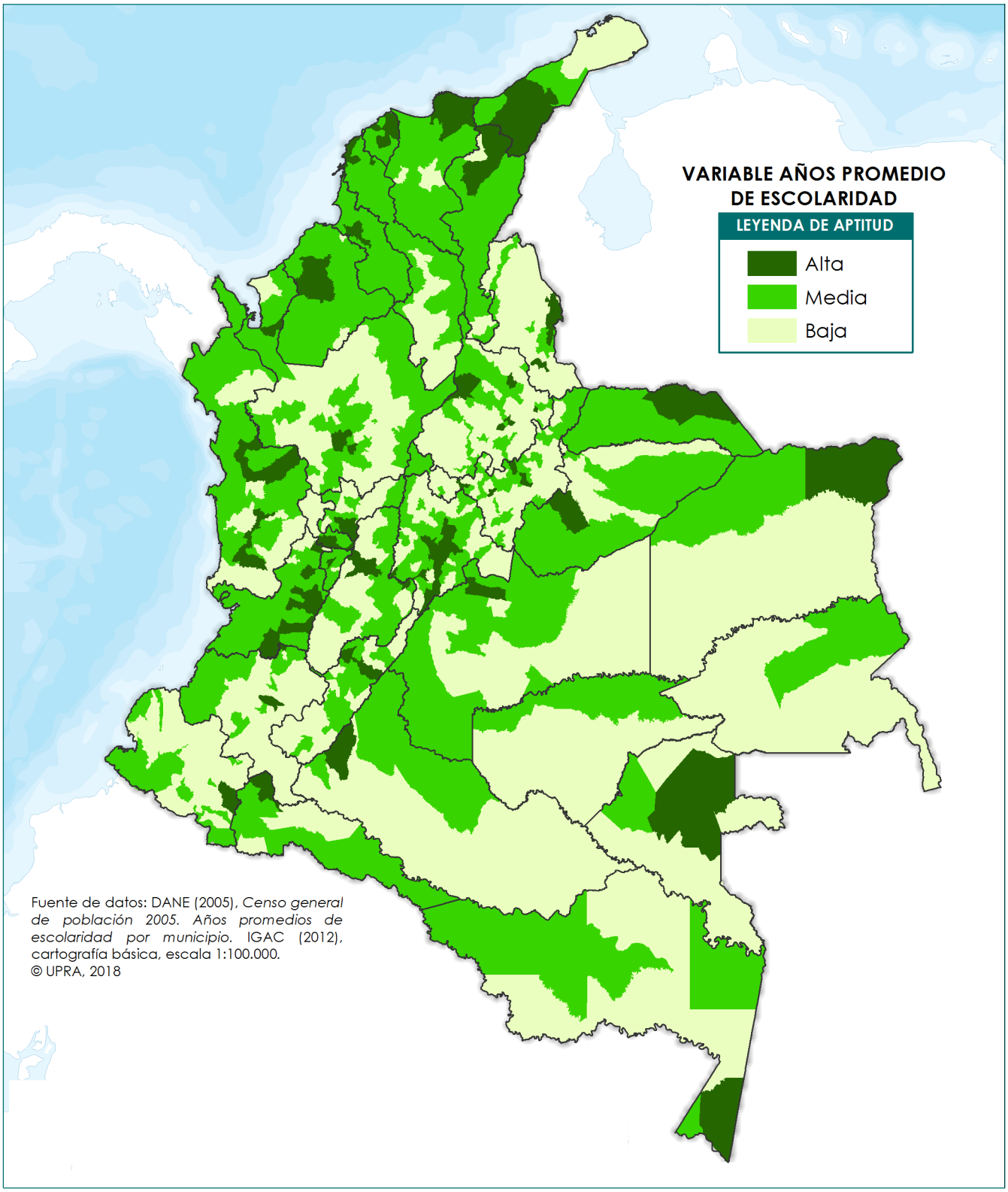
Fuentes de información

- DANE. (2005). Censo general de población 2005. Años promedio de escolaridad por municipio.
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio mercado laboral



Fuente de datos: DANE (2005), *Censo general de población 2005. Años promedios de escolaridad por municipio*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2018

3.5.3. VARIABLE OFERTA EDUCATIVA EN NIVELES TÉCNICO, TECNOLÓGICO Y PROFESIONAL EN ÁREAS AGRÍCOLAS Y FORESTALES

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: MERCADO LABORAL		
Variable: oferta educativa en niveles 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

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.

Municipios 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 tanto, la competitividad de los municipios es directamente proporcional a la oferta educativa en los niveles técnico, tecnológico y profesional en áreas agrícolas y forestales en los mismos.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Número de programas de formación académica, técnica, tecnológica y profesional en áreas agrícolas y forestales, con modalidad presencial en el municipio	Aptitud
4 o más	A1
2 a 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 Ministerio de Educación, según cada municipio y no el número de graduados o egresados por municipio.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información
Mineducación. (2015). Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014: SNIES a junio 2015.

2. Precisiones de la información
El número de programas académicos ofertados para cada municipio se identifica a partir de los registros de educación superior, por una parte, y a partir de la relación de colegios con especialidad o énfasis agropecuario en el país, por otra. Entre los programas que se asignaron a cada municipio, se tuvo en cuenta la formación técnica, tecnológica, universitaria y especializaciones. No se consideran 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 definien 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 2 o 3 programas de formación académica, incluidos los colegios de educación media con especialidad en áreas agronómicas (A2); municipios con uno o ningún programas de formación académica (A3).

Unidad de análisis	Municipio.

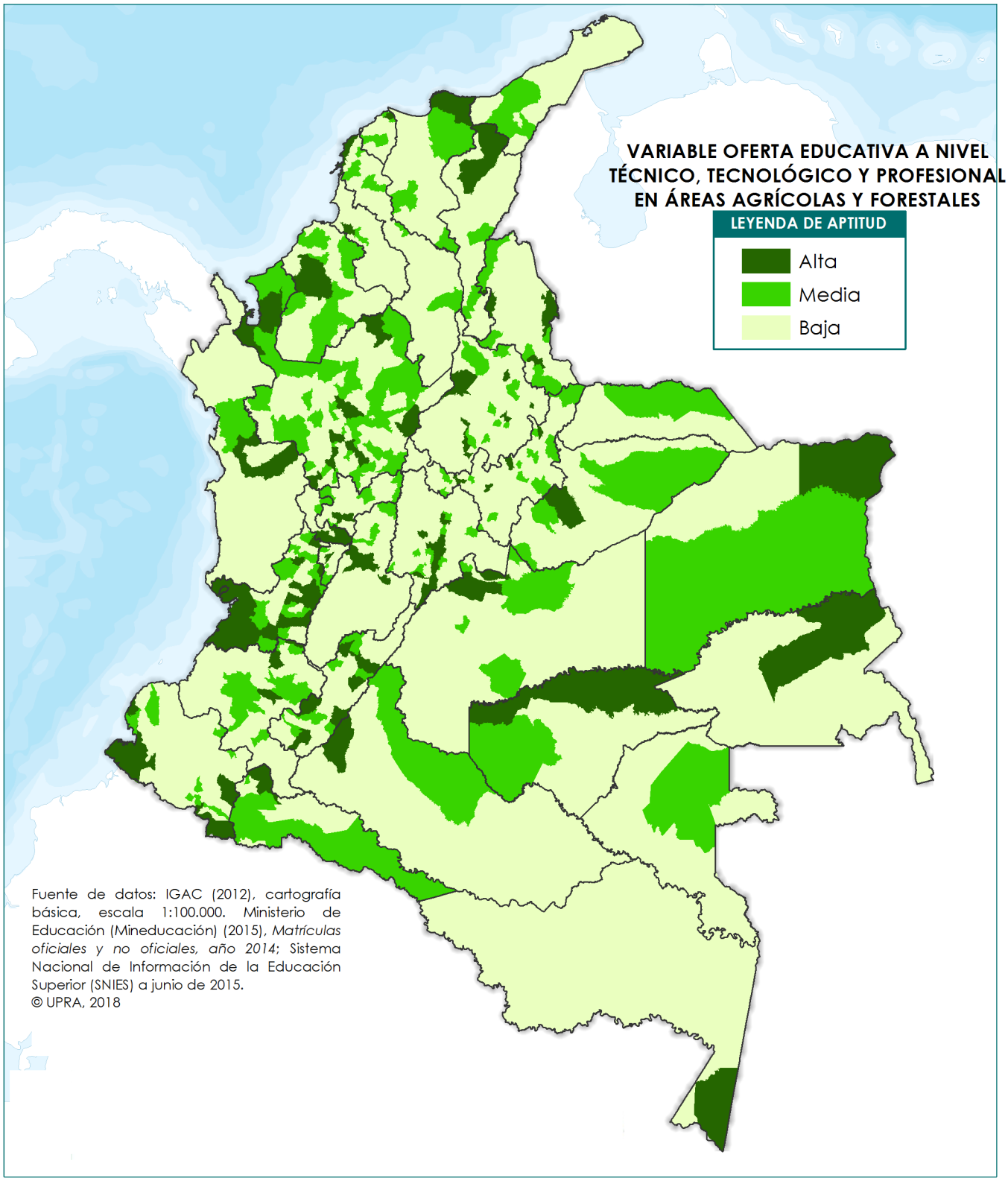
Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mineducación. (2015). *Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014*; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) a junio de 2015.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio mercado laboral



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Ministerio de Educación (Mineducación) (2015), *Matrículas oficiales y no oficiales, año 2014*; Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) a junio de 2015.

© UPRA, 2018

3.5.4. VARIABLE CERCANÍA A CENTROS PETROLEROS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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. Para efectos de la zonificación, esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta los centros petroleros.

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.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos sobre la forma como las actividades petroleras afectan la disponibilidad de mano de obra necesaria para el desarrollo de actividades del sector agropecuario. Las actividades petroleras generan movimientos espaciales de la población de carácter temporal, periódico o permanente hacia los centros donde se desarrollan dichas actividades.

Existe una relación inversa 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 ingresos frente a los generados por la actividad agropecuaria.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta los municipios con centros petroleros: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Tiempo de desplazamiento en horas, calculado con base en la isócrona desde un punto en el territorio hasta el centro petrolero más cercano	Aptitud
> 2	A1
≥ 1 - ≤ 2	A2
< 1	A3

Las regiones de la Orinoquia, Amazonia y parte de la región Pacífica muestran mayor aptitud competitiva. El Caribe y la región Andina tienen menor aptitud competitiva.

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.
- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (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 toma la información más reciente de la Agencia Nacional de Hidrocarburos 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 definen teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento de la mano de obra hasta los centros petroleros. La mano de obra ubicada a tiempos de viaje cortos tendría un mayor incentivo para desplazarse de las actividades agropecuarias hacia las actividades petroleras.

Los 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; los centros petroleros ubicados a 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.

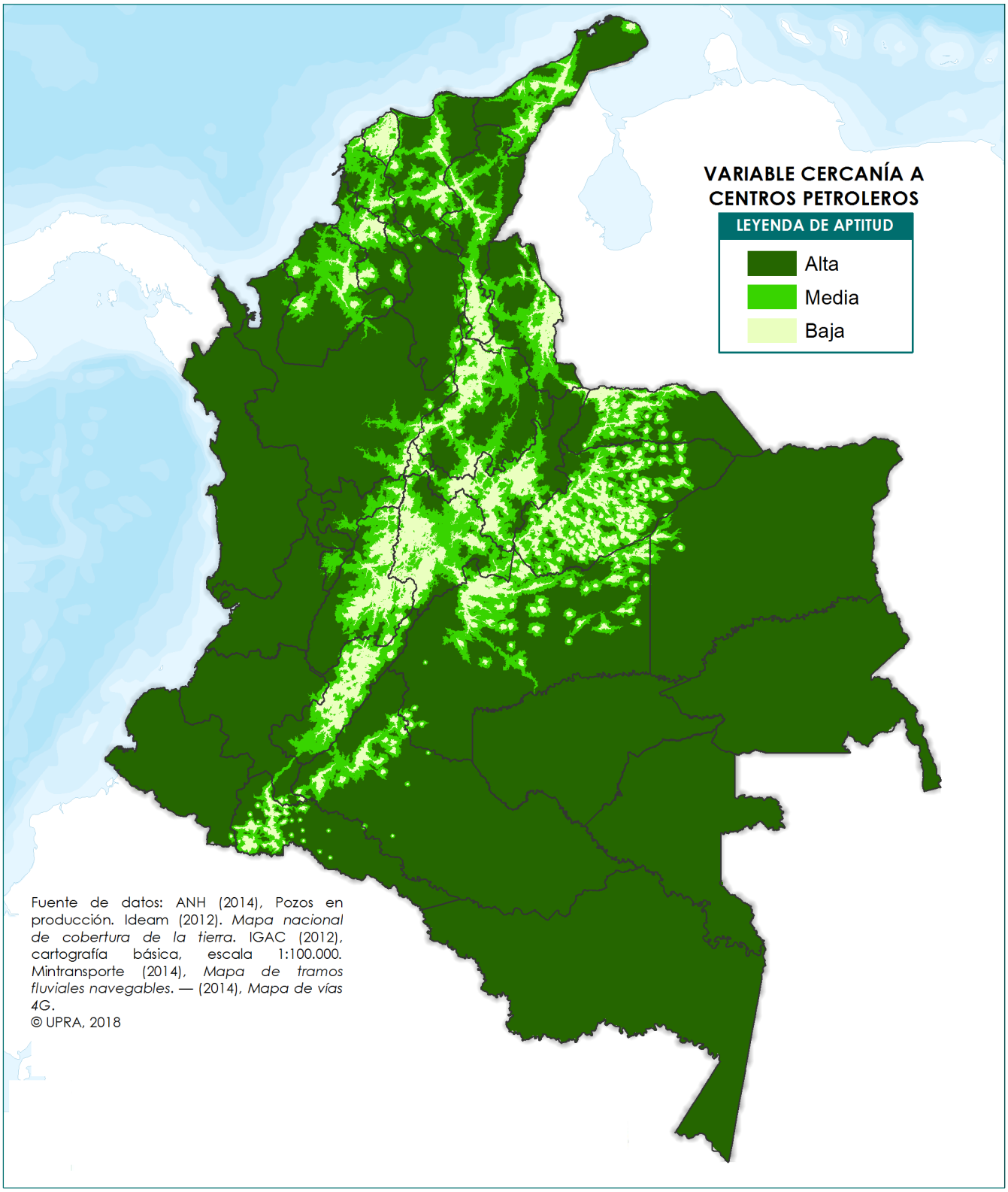
Unidad de análisis	Isócrona por municipio.

Fuentes de información

- Agencia Nacional de Hidrocarburos. (2014). *Áreas en producción y exploración.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Mintransporte. (2014). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio mercado laboral



Fuente de datos: ANH (2014), Pozos en producción. Ideam (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*.

© UPRA, 2018

3.6 CRITERIO SEGURIDAD CIUDADANA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Variable	Unidad de medida
Homicidios	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.
Riesgo de amenazas	Índice de competitividad (IC), comprendido entre 0 y 1, calculado con base en el índice de riesgo de amenazas 2005-2013 en el municipio.
Accidentes e incidentes por minas antipersonal	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 antipersonal por 100.000 habitantes en el municipio.
Desplazamiento forzado	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.

Definición

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.

Importancia del criterio

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto al clima de inversión que existe en una zona para el adecuado desarrollo del cultivo.

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 con el cultivo.

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 antipersonal y desplazamiento forzado, y la aptitud competitiva del municipio.

Limitantes de la evaluación del criterio

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).

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, San José de Uré (Córdoba) y Guachené (Cauca).

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.

Valor de ponderación del criterio: 2,4 %

Metodología de evaluación

El criterio se construye 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 asigna un valor, así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Con base en un árbol de decisión, se procede a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud.

Los resultados de esta suma se agrupan en 3 categorías de aptitud competitiva para el criterio: alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se presentan en el siguiente cuadro:

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	Categorías de aptitud competitiva		
		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 antipersonal	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 antipersonal 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

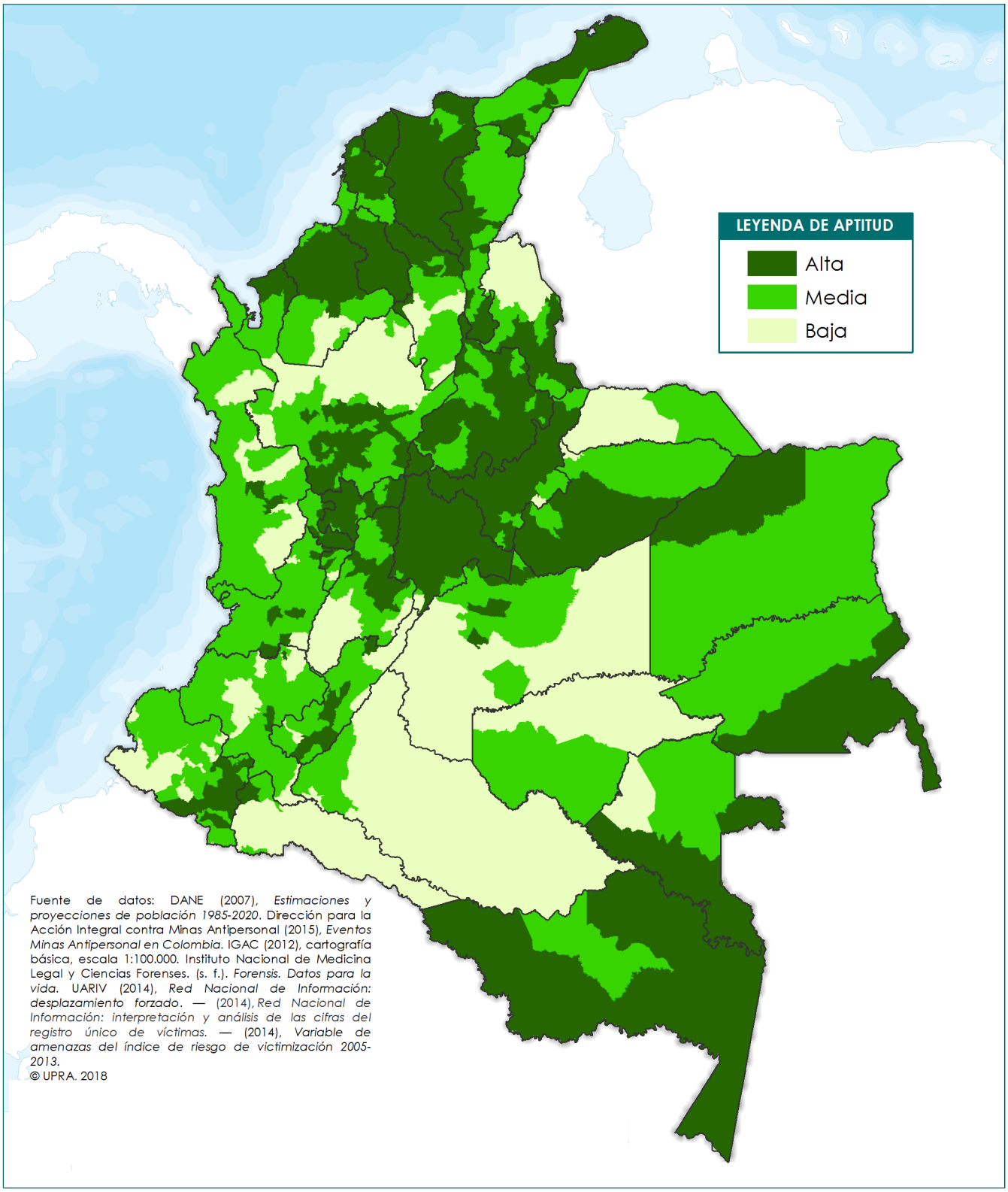
Fuentes de información

- Ley 387 de 1997. Por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y esta estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia. *Diario Oficial* 43.091, de 24 de julio de 1997. Colombia. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=340>
- DANE. (2007). *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>
- DAICMA. (2015). *Eventos Minas Antipersonal en Colombia*. Recuperado de <http://www.accioncontraminas.gov.co/estadisticas/Paginas/Bases-de-Datos.aspx>
- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (s. f.). *Forensis. Datos para la vida*. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/forensis>
- UARIV. (2014a). *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización*.
- —. (2014b). *Red Nacional de Información: desplazamiento forzado*.



Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio seguridad ciudadana



Fuente de datos: DANE (2007), *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*. Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal (2015), *Eventos Minas Antipersonal en Colombia*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (s. f.). *Forensis. Datos para la vida*. UARIV (2014), *Red Nacional de Información: desplazamiento forzado*. — (2014), *Red Nacional de Información: interpretación y análisis de las cifras del registro único de víctimas*. — (2014), *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización 2005-2013*.

© UPRA. 2018

3.6.1. VARIABLE HOMICIDIOS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: 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

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.

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 la tasa de homicidios y la aptitud competitiva del municipio.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Tasa anual promedio 2010-2014 de homicidios por 100.000 habitantes en el municipio	Aptitud
IC > 0,877 Sin información y < 23,80	A1
IC > 0,621 e IC ≤ 0,877 ≥ 23,80 - ≤ 69,30	A2
IC ≤ 0,621 > 69,30	A3

Para los años 2010-2014 se reportó 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.

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.

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 Dovio (170), en el Valle del Cauca.

Limitantes de la evaluación del criterio

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).

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.

Metodología de evaluación

1. Información

- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. Tasa de homicidios por cada 100.000 habitantes, 2010-2014.

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 promedian 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 realiza 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)/(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 toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos se definien teniendo en cuenta la dispersión de la tasa de homicidios. Se consultan el marco teórico y la línea base, se analiza la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se toma la mediana como estadígrafo de referencia.

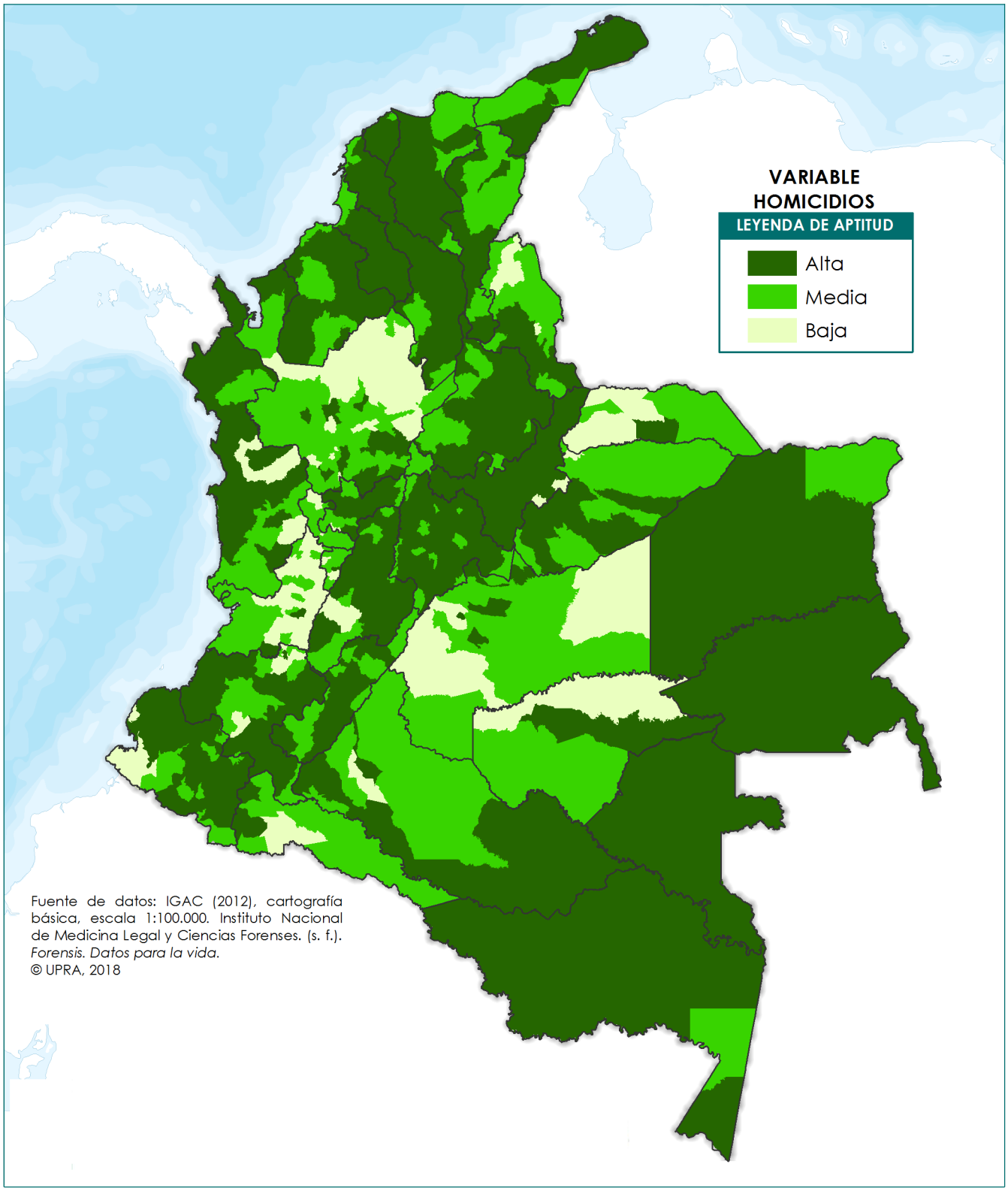
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (s. f.). *Forensis. Datos para la vida 2013*. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/cifras-estadisticas/forensis>
- —. (2015). *Forensis. Datos para la vida 2014*, 16(1). Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co/documents/20143/49520/Forensis+2014+Datos+para+la+vida.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio seguridad ciudadana



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (s. f.). *Forensis. Datos para la vida.*

© UPRA, 2018

3.6.2. VARIABLE RIESGO DE AMENAZAS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Eventual ocurrencia de acciones o sucesos relacionadas 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 (Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas, 2014).

Importancia de la variable

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 con el cultivo.

La seguridad es uno de los factores que determinan el clima de inversión de un municipio. Existe una relación inversamente proporcional entre el riesgo de amenazas y la aptitud competitiva del municipio.

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: alta (A1), media (A2) y baja (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 - ≤ 0,58	A2
IC ≤ 0,519 > 0,58	A3

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.

Limitantes de la evaluación de la variable

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).

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- Unidad para la Atención y Reparación Integral de Víctimas. (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 realiza a partir de información histórica para el periodo 2005-2013. Comprende 36 variables agrupadas en 4 categorías ,denominadas subíndices, como se muestra a continuación:

- 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 antipersonal (MAP), exámenes médicos legales por presunto delito sexual, personas torturadas, desaparición forzada, 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: ha sembradas en Coca, presencia de hombres de las bacrim, FARC y ELN.

El índice de riesgo de amenazas asigna pesos porcentuales a cada subíndice, así: hechos (28,98 %); acciones (25,12 %); otros (21,31 %); presencia (24,57 %).

Este índice clasifica los municipios según su nivel de riesgo de amenazas (RA), 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; y 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-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 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 agrupan dentro de las categorías de aptitud competitiva, así: bajo y medio bajo (A1), medio (A2) y alto y medio alto (A3).

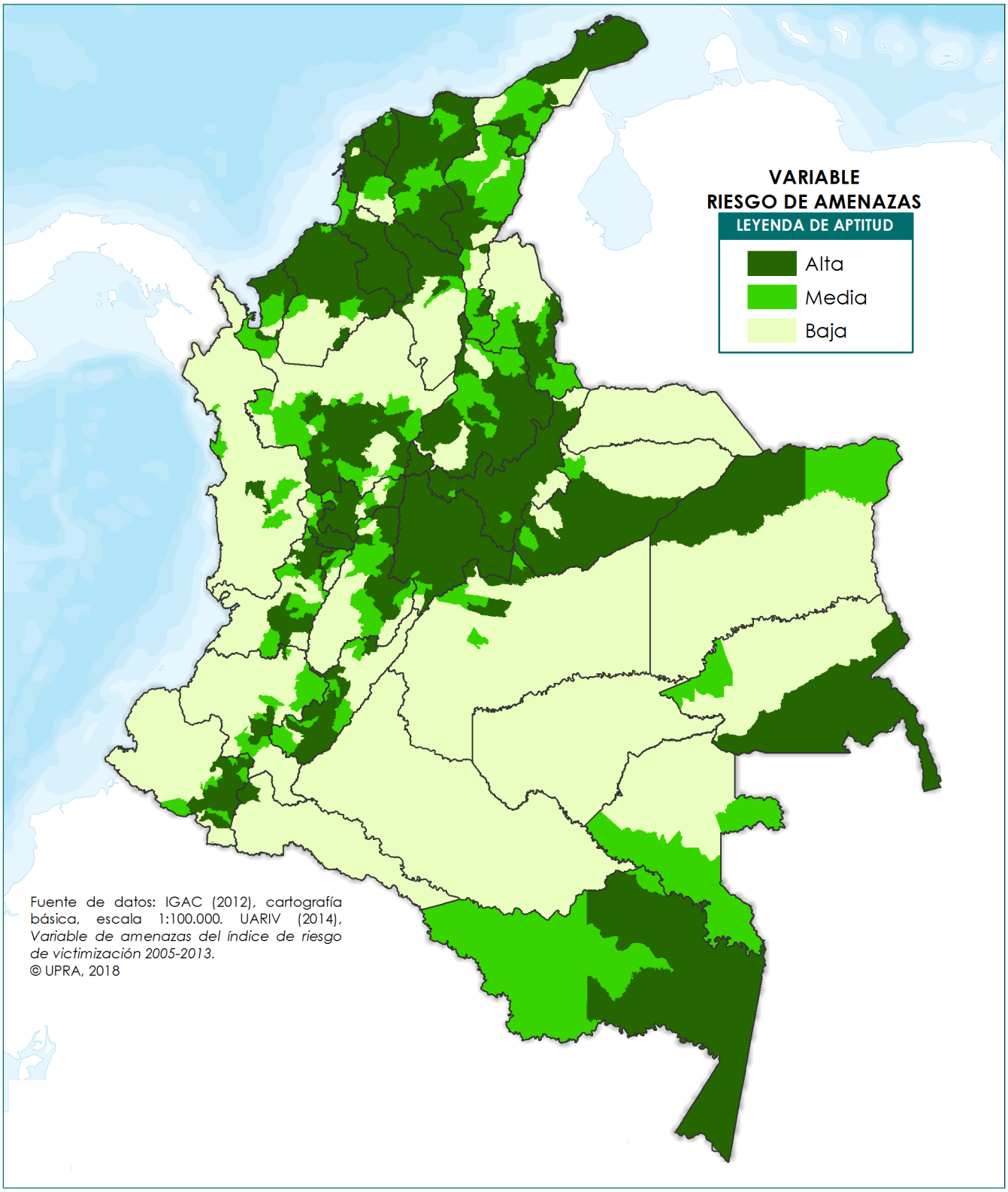
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- UARIV. (2014a). *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización.*
- —. (2014b). *Índice de Riesgo de Victimización 2005-2013.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio seguridad ciudadana



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. UARIV (2014), *Variable de amenazas del índice de riesgo de victimización 2005-2013.*

© UPRA, 2018

3.6.3. VARIABLE ACCIDENTES E INCIDENTES POR MINAS ANTIPERSONAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: SEGURIDAD CIUDADANA		
Variable: accidentes e incidentes por minas antipersonal	**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 antipersonal por 100.000 habitantes en el municipio	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Acontecimientos por mina antipersonal de diferente intensidad. Aquellos que causan daño físico y/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.

Mina antipersonal (MAP): mina concebida para que explosione por la presencia, la proximidad o el contacto de una persona y que en caso de explosionar tenga la potencialidad de incapacitar, herir y/o matar a una o más personas (Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal, 2015).

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la seguridad.

Zonas donde se reportan eventos con minas antipersonal 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 inversamente proporcional entre la tasa de accidentes e incidentes por mina antipersonal y la aptitud competitiva del municipio.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Tasa anual promedio 2010-2014 de accidentes e incidentes por minas antipersonal por 100.000 habitantes en el municipio	Aptitud
IC ≥ 0,9929 Sin información y ≤ 3,15	A1
IC > 0,9600 e IC < 0,9929 > 3,15 - ≤ 17,71	A2
IC ≤ 0,9600 > 17,71	A3

Para el país, la tasa anual promedio de accidentes e incidentes por MAP por cada 100.000 habitantes para durante 2010-2014 fue de 18.

Por municipio, para el periodo de análisis 2010-2014, las tasas máximas promedio de accidentes e incidentes por MAP por cada 100.000 habitantes se observaron en La Uribe (442) y Mesetas (439), en el Meta, y en San Miguel (333), en Santander.

Limitantes de la evaluación de la variable

En la fuente de información usada se encontraron municipios sin registros de accidentes e incidentes por minas antipersonal. Estos municipios, bajo el principio de precaución, se asimilaron al registro cero y en consecuencia se clasificaron con el rango de aptitud competitiva alta (A1).

La información usada se caracteriza por estar en constante actualización, lo que puede generar cambios en la serie cronológica analizada.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información
- Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal. (2015). Bitácoras de víctimas civiles 2015.
- 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:
- Accidentes: accidentes por minas antipersonal (MAP) y accidentes por municiones sin explosionar (MSE);
- 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 calcula la tasa anual de accidentes e incidentes por minas antipersonal para los años 2010-2014 con base en los registros y la población total municipal. Se promedian 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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión de la tasa de accidentes e incidentes por MAP. Se consultan el marco teórico y la línea base, se analiza la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calculan la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

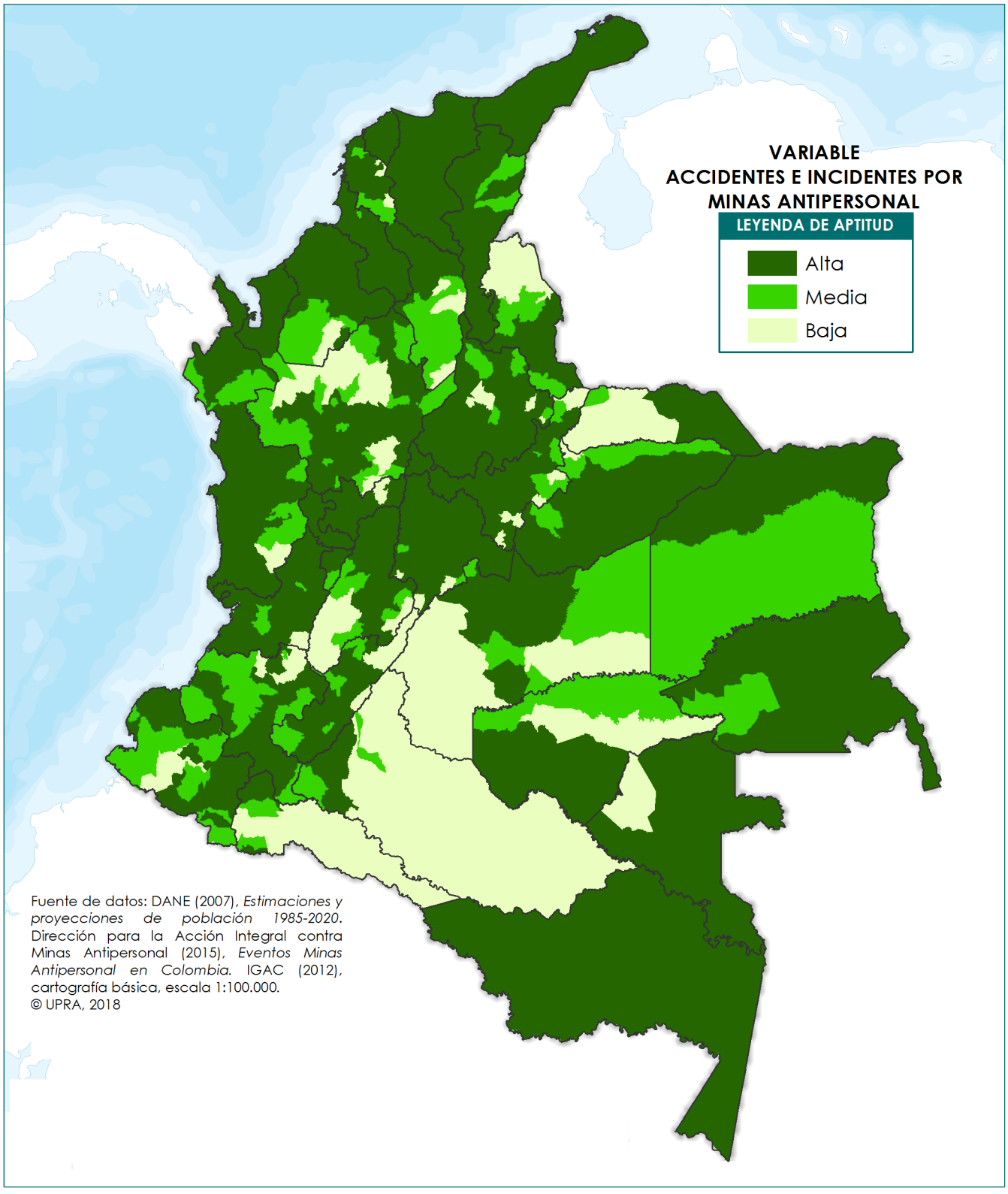
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- DANE. (2005). *Series de población 1985-2020.* Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/series-de-poblacion>
- DAICMA. (2015). *Bitácoras de víctimas civiles 2015*. Recuperado de <http://www.accioncontraminas.gov.co/estadisticas/Paginas/Bitacora-de-victimas.aspx>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio seguridad ciudadana



Fuente de datos: DANE (2007), *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*. Dirección para la Acción Integral contra Minas Antipersonal (2015), *Eventos Minas Antipersonal en Colombia*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

3.6.4. VARIABLE DESPLAZAMIENTO FORZADO

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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

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, 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).

Importancia de la variable

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 inversamente proporcional entre la tasa de desplazamiento forzado y la aptitud competitiva del municipio.

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: alta (A1), media (A2) y baja (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 - ≤ 10	A2
IC ≤ 0,9323 > 10	A3

Los registros oficiales de población desplazada en Colombia reportan un promedio anual de 217.144 personas para el período 2010-2014. Estas cifras expresadas en tasas de desplazamiento a nivel municipal oscilan entre 0 y 147 personas por cada 1000 habitantes.

Las tasas máximas del periodo se observan en municipios del andén pacífico de Cauca, Chocó y Nariño, en tanto que los municipios donde no se reportan desplazamientos durante el periodo corresponden al altiplano cundiboyacense.

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 generar cambios en la serie cronológica analizada.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- DANE. (2007). Estimaciones y proyecciones de población, 1985-2020.
- Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (UARIV). (2014). Red Nacional de Información: desplazamiento forzado, 2010-2014.
- Unidad para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (UARIV). (2014). Red Nacional de Información: 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 calcula la tasa anual para los años 2010-2014 de desplazamiento forzado con base en los registros y la población total municipal y se promedian 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-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 toma valores entre 0 y 1.

5. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos se definen 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.

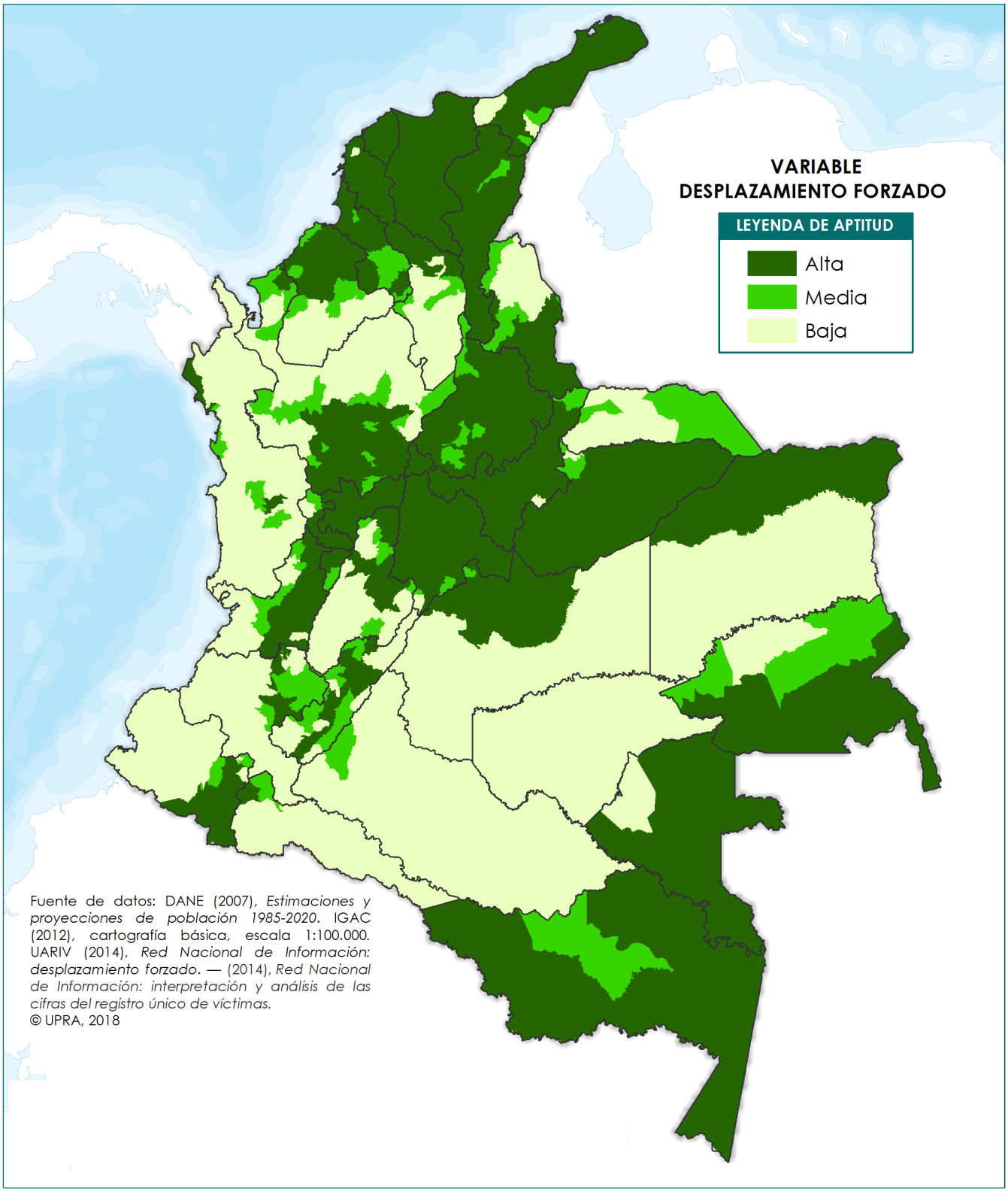
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Ley 387 de 1997. Por la cual se adoptan medidas para la prevención del desplazamiento forzado; la atención, protección, consolidación y esta estabilización socioeconómica de los desplazados internos por la violencia en la República de Colombia. *Diario Oficial* 43.091, de 24 de julio de 1997. Colombia. Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=340>
- DANE. (2007). *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020.* Recuperado de <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>
- UARIV. (2014c). *Red Nacional de Información: desplazamiento forzado.*
- —. (2014d). *Red Nacional de Información: interpretación y análisis de las cifras del registro único de víctimas.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio seguridad ciudadana



Fuente de datos: DANE (2007), *Estimaciones y proyecciones de población 1985-2020*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. UARIV (2014), *Red Nacional de Información: desplazamiento forzado*. — (2014), *Red Nacional de Información: interpretación y análisis de las cifras del registro único de víctimas*.

© UPRA, 2018

3.7. CRITERIO INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
Tipo de criterio asociado	**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 antipersonal por 100.000 habitantes en el municipio	
	Exclusión técnica	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Desempeño fiscal, cercanía al SENA, presencia del ICA, presencia de Corpoica, extensión y asistencia técnica sectorial y organizaciones gremiales o de base del sector.

Definición

Presencia institucional del Estado, gremial y/o de organizaciones de base de la cadena productiva agropecuaria en un municipio, cuyo apoyo conduce a la competitividad.

Identifica condiciones internas y externas a la cadena en términos de la oferta institucional y del fortalecimiento y consolidación del sector cauchero.

Importancia del criterio

Refleja la existencia de oferta institucional pública y privada a nivel municipal, asi como la articulación de asociaciones, cooperativas y productores a instancias que facilitan el desarrollo y soporte del sector cauchero en el territorio.

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 ámbito municipal, las posibilidades de una mejor oferta institucional pública en infraestructura, asistencia técnica, servicios públicos y sociales, proyectos productivos, entre otros, ofrecerían mejores condiciones para el fortalecimiento del aparato productivo. En conjunto, la oferta nacional y municipal contribuye a mejorar la competitividad del cultivo de caucho.

Municipios 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.

Limitantes de la evaluación del criterio

La presencia del SENA se calculó con base en isócronas, debido a que es la cercanía la que determina la accesibilidad a los servicios que presta, pues su función operativa es ofertar formación por medio 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.

La información utilizada para la variable organizaciones gremiales y/o de base del sector proviene del gremio, puede variar en el corto plazo según las actualizaciones periódicas que se realicen.

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 Participación del país.

Valor de ponderación del criterio: 2,0 %

Metodología de evaluación

El criterio se construye 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 asigna un valor, así: A1 = 3; A2 = 2; A3 = 1.

Dos de las variables poseen solo dos rangos, pues 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 de aptitud baja (A3), por su ubicación distante del acceso a los servicios que ofrecen ICA y Corpoica.

Se procede a sumar los valores asignados a las categorías de aptitud mediante un árbol de decisión.

Los resultados de esta suma se agrupan en tres categorías de aptitud competitiva para el criterio: alta (A1), media (A2) y baja (A3), como se presentan en el siguiente cuadro:

Aptitud		
A1	**A2**	**A3**
Municipios con sumatoria de aptitud ≥ 14	Municipios con sumatoria de aptitud entre 9 y 13	Municipios con sumatoria de aptitud ≤ 9

Rangos para la asignación de valores de aptitud

Variable	Unidad de medida	Categorías de aptitud competitiva		
		A1	**A2**	**A3**
Desempeño fiscal	Índice de competitividad (IC)	IC ≥ 0,655	IC > 0,476 e IC < 0,655	IC ≤ 0,476
	Promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio	≥ 70,02 - ≤ 90,73	≥ 60,00 - < 70,02	≥ 33,23 - < 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 - ≤ 5 horas	> 5 horas
Presencia del ICA	Área de influencia, calculada con base en presencia de sedes del ICA en el municipio	Con sedes	-	Dentro del área de influencia institucional sin sedes
Presencia de Corpoica	Área de influencia, calculada con base en la presencia de sedes de Corpoica en el municipio	Con sedes	-	Dentro del área de influencia institucional sin sedes
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 y/o de base	-	Sin organizaciones gremiales y/o de base
Extensión y asistencia técnica sectorial	Número de organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria en el municipio	Con 3 o más organizaciones gremiales o de base	Con 1 o 2 organizaciones gremiales o de base	Sin organizaciones de extensión y asistencia técnica agropecuaria

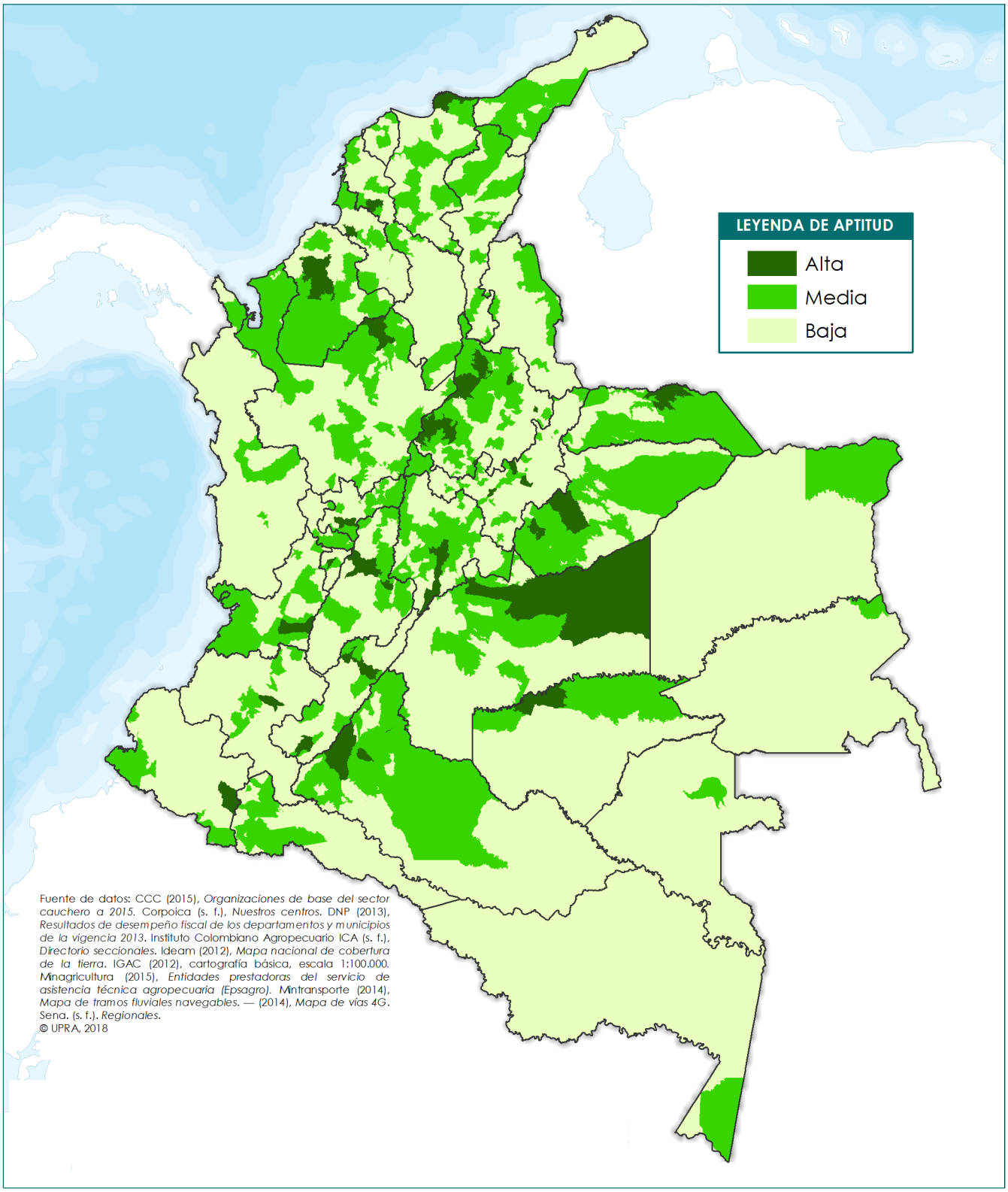
Fuentes de información

- Confederación Cauchera Colombiana (CCC). (2015b). *Organizaciones de base del sector cauchero a 2015*. Bogotá: CCC.
- Corpoica. (s. f.). *Nuestros centros*. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/menu/nc/>
- DNP. (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/evaluacion-y-seguimiento-de-la-descentralizacion/Paginas/desempeno-fiscal.aspx>
- ICA. (s. f.). *Directorio seccionales*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/movil/el-ica/Directorio/Directorio-seccionales.aspx>
- IGAC. (2012a),). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Minagricultura. (2015e). *Entidades Prestadoras del Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria (Epsagro)*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*
- SENA. (s. f.). *Regionales*. Recuperado de <http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/Paginas/default.aspx>



Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio Intitucionalidad y asociatividad



Fuente de datos: CCC (2015), *Organizaciones de base del sector cauchero a 2015*. Corpoica (s. f.), *Nuestros centros*. DNP (2013), *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (s. f.), *Directorio seccionales*. Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minagricultura (2015), *Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro)*. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*. Sena. (s. f.). *Regionales*.

© UPRA, 2018

3.7.1. VARIABLE DESEMPEÑO FISCAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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.

El Departamento Nacional de Planeación (2013) define estos indicadores así:

Autofinanciación de los gastos de funcionamiento: mide 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.

Respaldo del servicio de la deuda: proporción de los ingresos disponibles que están respaldando el servicio de la deuda.

Dependencia de las transferencias de la nación y las regalías (SGR): mide la importancia de estos recursos en relación con el total de fuentes de financiación del municipio.

Generación de recursos propios: refleja el peso relativo de los ingresos tributarios en el total de ingresos corrientes, evidenciando así el esfuerzo fiscal de las entidades territoriales para generar rentas tributarias propias.

Magnitud de la inversión: permite cuantificar el grado de inversión que hace la entidad territorial, respecto del gasto total, entendiéndose como inversión la formación bruta de capital fijo y la social.

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.

Importancia de la variable

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.

Existe una relación directa entre el desempeño fiscal y la aptitud competitiva del municipio.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Promedio anual 2009-2013 del índice de desempeño fiscal en el municipio	Aptitud
IC ≥ 0,655 ≥ 70,02 - ≤ 90,73	A1
IC > 0,476 e IC < 0,655 ≥ 60,00 - < 70,02	A2
IC ≤ 0,476 ≥ 33,23 - < 60,00	A3

Con base en los estadígrafos de la variable para el periodo de análisis 2009-2013, del total de los municipios evaluados (1101), 21 % se clasifica como solventes y sostenibles, 62 %, como vulnerables y 17 % como en deterioro y en riesgo.

Ejemplos de estos municipios son: Rionegro (Antioquia), Monterrey (Casanare) y Nobsa (Boyacá), en la primera categoría; Zetaquira (Boyacá), Pacho (Cundinamarca) y Santo Domingo (Antioquia), en la segunda; y Contadero (Nariño), Río Iro (Chocó) y Albania (Caquetá), en la tercera.

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 baja (A3), en consideración a su baja actividad fiscal con relación a los recursos del Sistema General de Participación del país.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- DNP. (2013). Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 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 por medio de un *ranking* según su nivel de desempeño, así: solvente (IDF ≥ 80), sostenible (IDF ≥ 70 y < 80), vulnerable (IDF ≥ 60 y < 70), en riesgo (IDF mayor o igual a 40 y < 60) y en deterioro (IDF < 40).

3. Análisis de la consistencia y preparación de la información

Se calcula 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 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 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 agrupan dentro de las categorías de aptitud competitiva, así: solvente y sostenible (A1), vulnerable (A2) y en deterioro y en riesgo (A3).

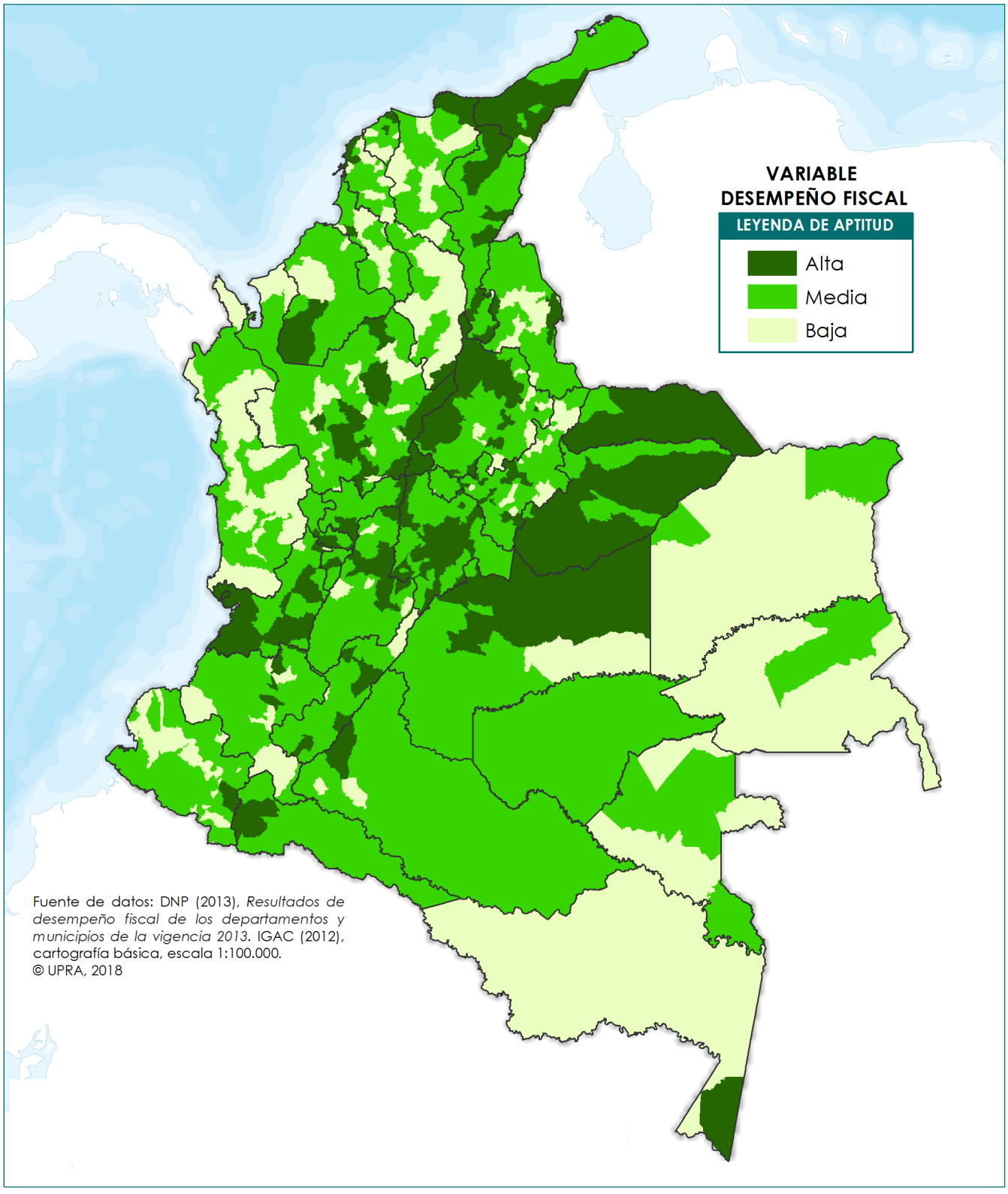
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2013). *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/evaluacion-y-seguimiento-de-la-descentralizacion/Paginas/desempeno-fiscal.aspx>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio institucionalidad y asociatividad



Fuente de datos: DNP (2013), *Resultados de desempeño fiscal de los departamentos y municipios de la vigencia 2013*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2018

3.7.2. VARIABLE CERCANÍA AL SENA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Facilidad con la que se puede alcanzar desde un sitio en el territorio el centro más cercano del Servicio Nacional de Aprendizaje (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.

Para efectos de la zonificación esta variable se incorpora como el área de influencia para un tiempo de desplazamiento (isócronas) hasta la sede del SENA más cercana.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta educativa del Estado para la transferencia de conocimientos, capacitación y/o formación profesional orientados al desarrollo y fortalecimiento de habilidades y competencias de la mano de obra asociada con la cadena productiva de caucho.

Áreas geográficas más cercanas a 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 caucho y, por tanto, se consideran más competitivas.

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.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de las variables se clasificaron de acuerdo con el tiempo de desplazamiento hasta la sede del SENA más cercana: alta (A1), media (A2) y baja (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 - ≤ 5 horas	A2
> 5 horas	A3

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 Orinoquia y Amazonia tienen menor aptitud.

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

- IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte (2014). Tramos red vial nacional y departamental.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Regionales.

2. Precisiones de la información

Para la espacialización se toma como referente la existencia de centros de formación del SENA en los municipios.

3. 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.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta los tiempos de desplazamiento en horas hasta los centros del SENA. Se definen tres categorías de aptitud competitiva:

- Áreas geográficas de los municipios con centros de formación SENA que se encuentran a menos de 2 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 con aptitud media (A2).
- Áreas geográficas de los municipios que se encuentran a más de cinco horas de distancia de los centros de formación del SENA se clasificaron con aptitud baja (A3). Estas áreas geográficas, aunque distantes y de difícil acceso a los centros de formación del SENA, se encuentran dentro de la cobertura de la institución.

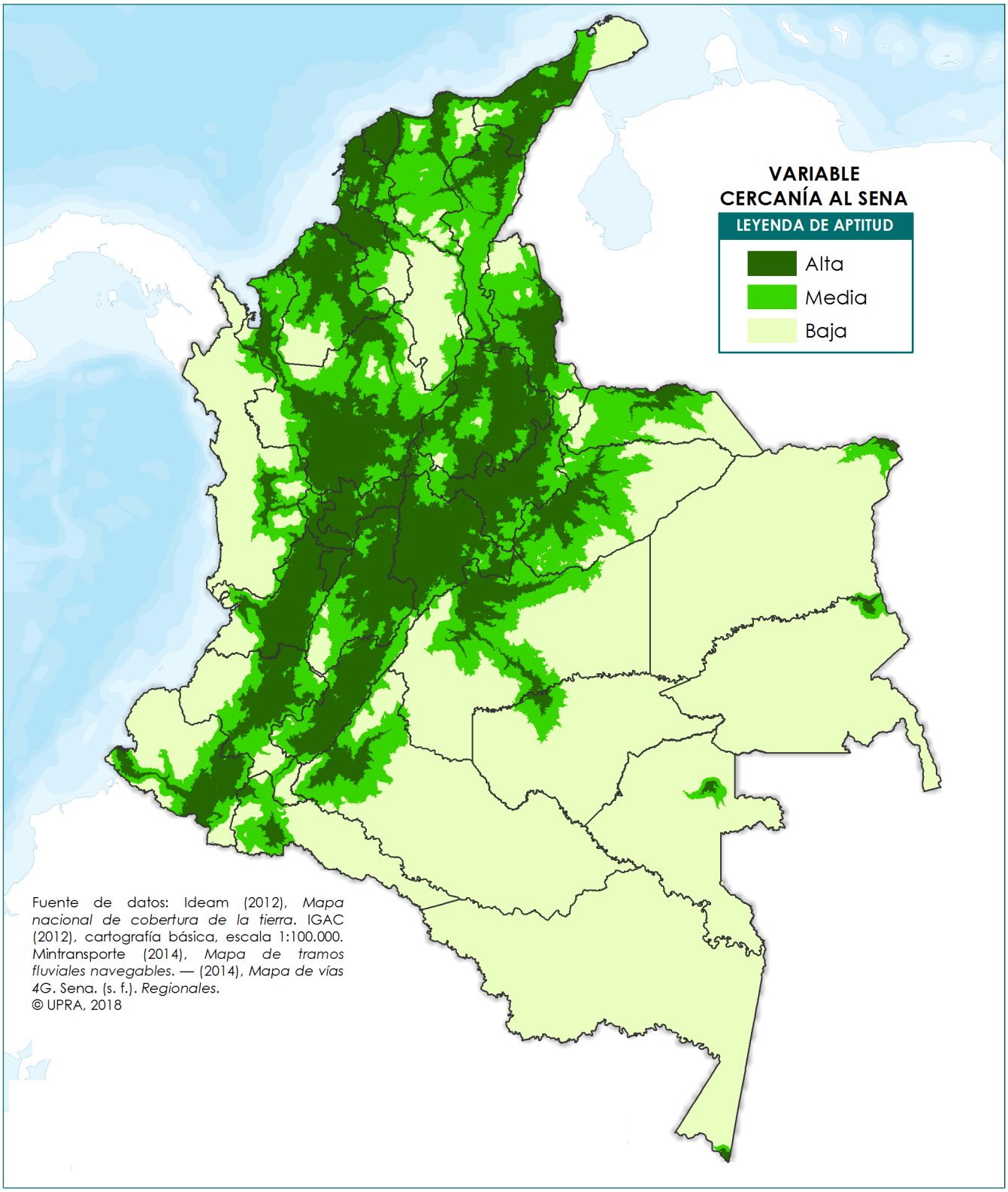
Unidad de análisis	Isócrona por municipio.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Mintransporte. (2014a). *Tramos de la red vial nacional y departamental.*
- SENA. (s. f.). *Objetivos y funciones.* Recuperado de <https://lineabase.sena.edu.co/acerca-del-sena/quienes-somos/Paginas/Objetivos-y-Funciones.aspx>
- __. (s. f.). *Regionales.* Recuperado de <http://www.sena.edu.co/es-co/regionales/Paginas/default.aspx>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio institucionalidad y asociatividad



Fuente de datos: Ideam (2012), *Mapa nacional de cobertura de la tierra*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Mintransporte (2014), *Mapa de tramos fluviales navegables*. — (2014), *Mapa de vías 4G*. Sena. (s. f.). *Regionales*.
© UPRA, 2018

3.7.3. VARIABLE PRESENCIA DEL ICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: INSTITUCIONALIDAD Y ASOCIATIVIDAD		
Variable: presencia del ica	**Unidad de medida:** área de influencia, calculada con base en presencia de sedes del ICA en el municipio	
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Definición		

Existencia del Instituto Colombiano Agropecuario (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).

Área de influencia: zona geográfica hasta donde se manifiesta el accionar de la institución.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional de asesoría, 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 de caucho.

Municipios con presencia de sedes del ICA tienen mayor probabilidad de brindar acceso a asesoría técnica fitosanitaria a quienes participan en el desarrollo de la cadena productiva del caucho y, por tanto, se consideran más competitivos.

Productores con posibilidades de acceso a la asesoría para el manejo y control fitosanitario de 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 la variable se clasificaron de acuerdo con las categorías de aptitud competitiva: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Presencia de sedes del ICA en el municipio	Aptitud
Con sedes	A1
Sin presencia del ICA	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). Sedes del ICA por municipio.

2. Precisiones de la información

Para la espacialización se toma 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 definen teniendo en cuenta únicamente dos categorías de aptitud competitiva: municipios con sedes del ICA (A1); municipios sin sedes del ICA (A3). No se usa la categoría de aptitud competitiva baja (A2), dado que la Institución tiene influencia en todo el territorio nacional.

Unidad de análisis	Municipio.

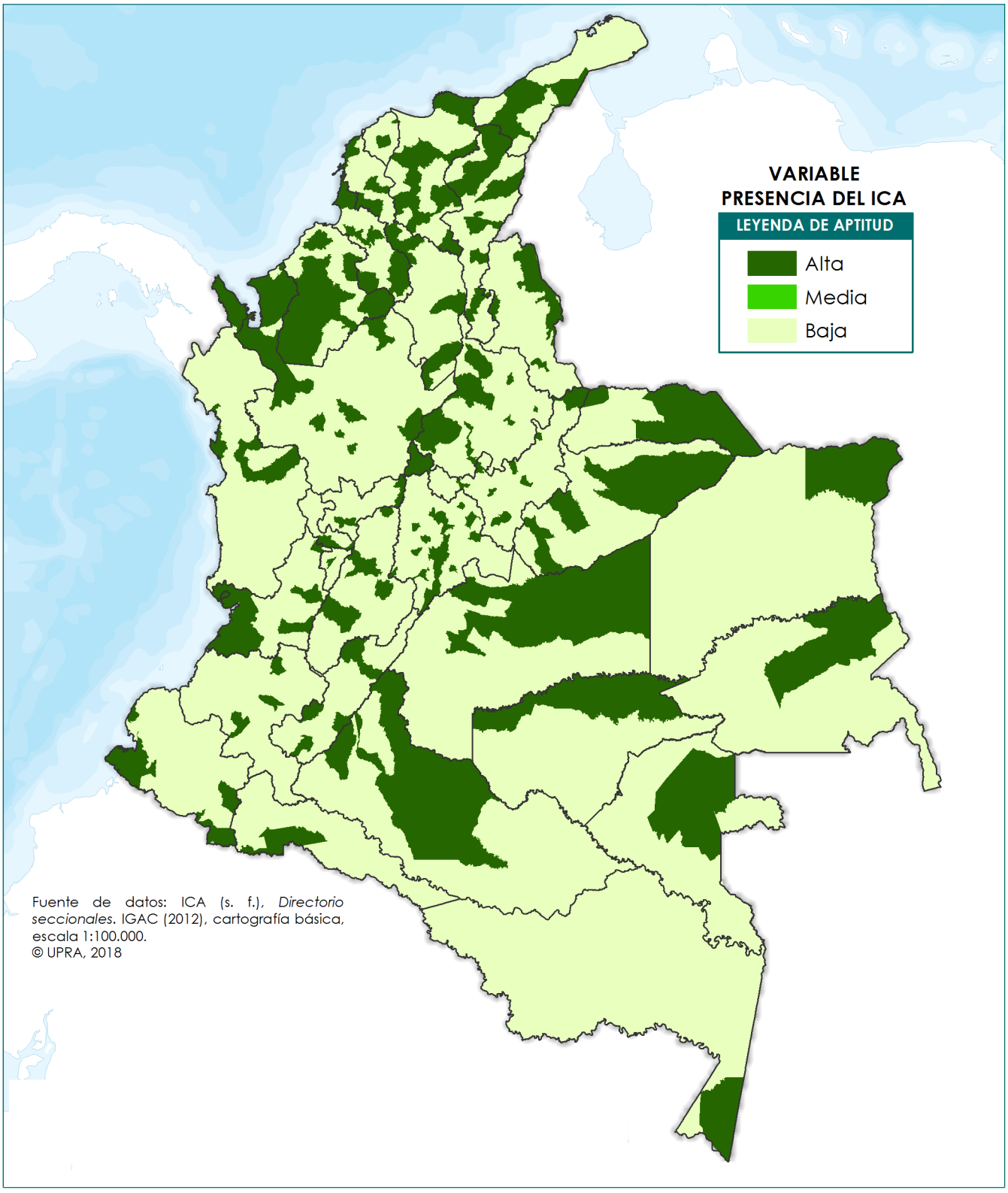
Fuentes de información

- Decreto 4765 de 2008. Por medio del cual se modifica la estructura del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 47.207, de 18 de diciembre de 2008 Recuperado de <http://www.ica.gov.co/El-ICA/Funciones.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2014). *Directorio seccionales*. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/movil/el-ica/Directorio/Directorio-seccionales.aspx>



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio institucionalidad y asociatividad



Fuente de datos: ICA (s. f.), *Directorio seccionales*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2018

upra
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria

3.7.4. VARIABLE PRESENCIA DE CORPOICA

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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.

Área de influencia: zona geográfica hasta donde se manifiesta el accionar de la institución.

Importancia de la variable

Incide en la percepción de los agentes económicos con respecto a la oferta institucional asociada con la innovación y transferencia de conocimiento y tecnologías encaminadas a generar cambios tecnológicos y a mejorar la competitividad del cultivo de caucho natural.

Los municipios con presencia de sedes de Corpoica tienen mayor probabilidad de brindar a los agentes económicos más y mejores alternativas tecnológicas para optimizar los procesos productivos del cultivo de caucho y, por tanto, se consideran más competitivos.

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.

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: alta (A1) y baja (A3).

Presencia de Corpoica en el municipio	Aptitud
Con presencia de Corpoica	A1
Sin presencia de Corpoica	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

- Corpoica. (s. f.). Nuestros centros.

2. Precisiones de la información
Para la espacialización se toma como referente la existencia de sedes de Corpoica en los municipios.

3. **Clasificación de los municipios por aptitud competitiva**
Los puntos de corte para establecer los rangos de aptitud se definen teniendo en cuenta únicamente dos categorías de aptitud competitiva: municipios con sedes de Corpoica (A1) y municipios sin sedes de Corpoica (A3). No se usa la categoría de aptitud competitiva baja (A2), puesto que la institución tiene influencia en todo el territorio nacional.

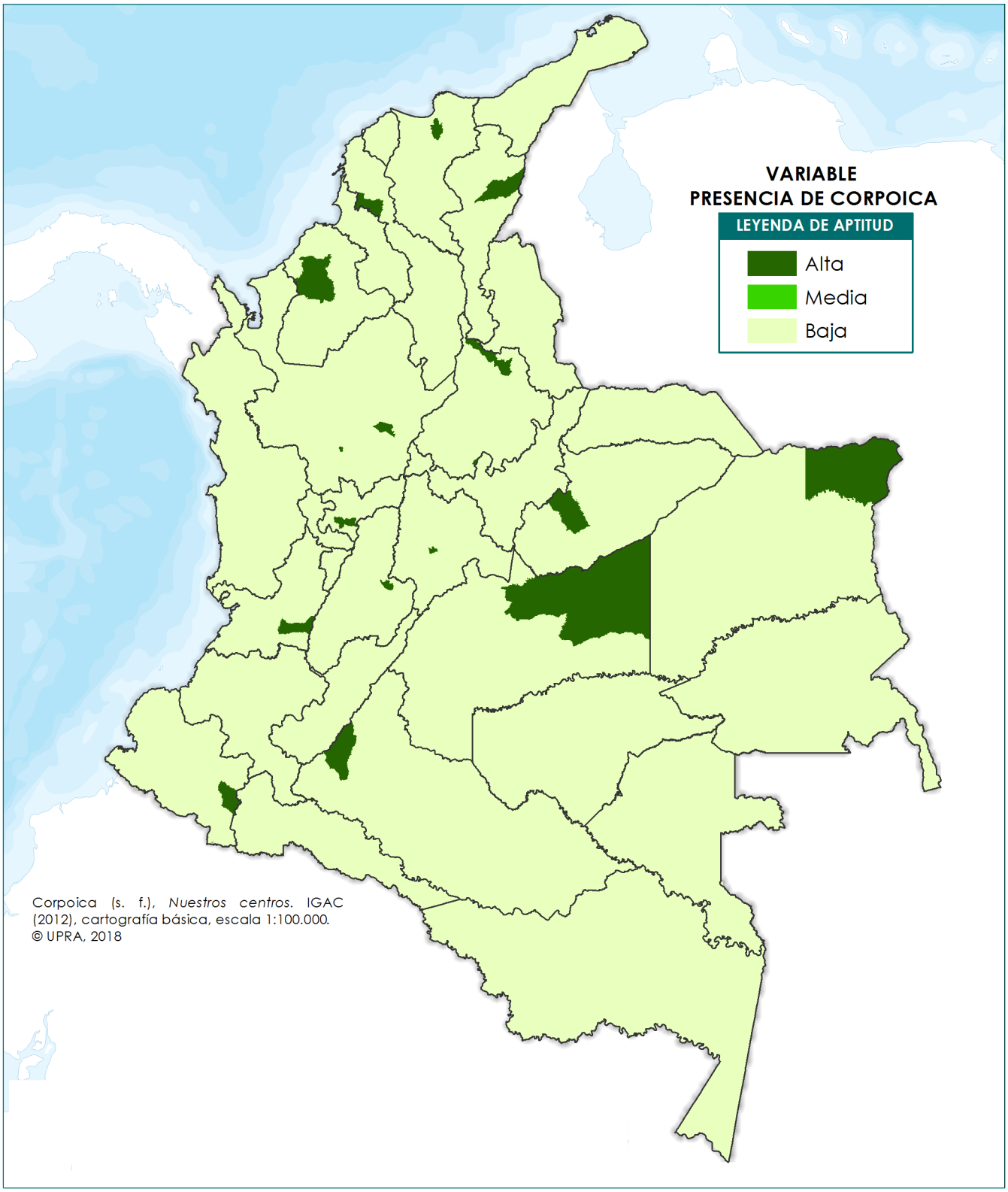
Unidad de análisis	Municipio.
Fuentes de información	

- Corpoica. (s. f.). *Corpoica Más*. Recuperado de http://www.corpoica.org.co/movil/corpoica-mas
- —. (s. f.). *Nuestros centros*. Recuperado de <http://www.corpoica.org.co/menu/nc/>



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio institucionalidad y asociatividad



3.7.5 VARIABLE EXTENSIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA SECTORIAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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

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 cauchero.

Importancia de la variable

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.

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 rendimientos de 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 productivos 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.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Número de organizaciones que prestan servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria en el municipio	Aptitud
3 o más	A1
1 o 2	A2
Sin organizaciones que presten servicios de extensión y asistencia técnica sectorial	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

No se identificaron limitantes.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- Minagricultura. Registros de Entidades Prestadoras del Servicio de Asistencia Técnica Agropecuaria (Epsagro) (2015).

2. Precisiones de la información

Para medir la presencia de organizaciones de extensión y asistencia técnica se tienen en cuenta los directorios o registros continuos de Epsagro que se llevan en las secretarías departamentales de Agricultura y Minagricultura.

3. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Los puntos de corte para establecer las categorías de aptitud se definen así: municipios donde Fedecaucho presta servicios de extensión y asistencia técnica, entendiendo que es la entidad representativa de la agremiación del sector (A1); municipios donde Epsagro presta servicios de extensión y asistencia técnica (A2); municipios sin Fedecaucho, CCC ni Epsagro registradas en la Secretaría de Agricultura o en Minagricultura que presten los servicios de extensión y asistencia técnica (A3).

Unidad de análisis	Municipio.

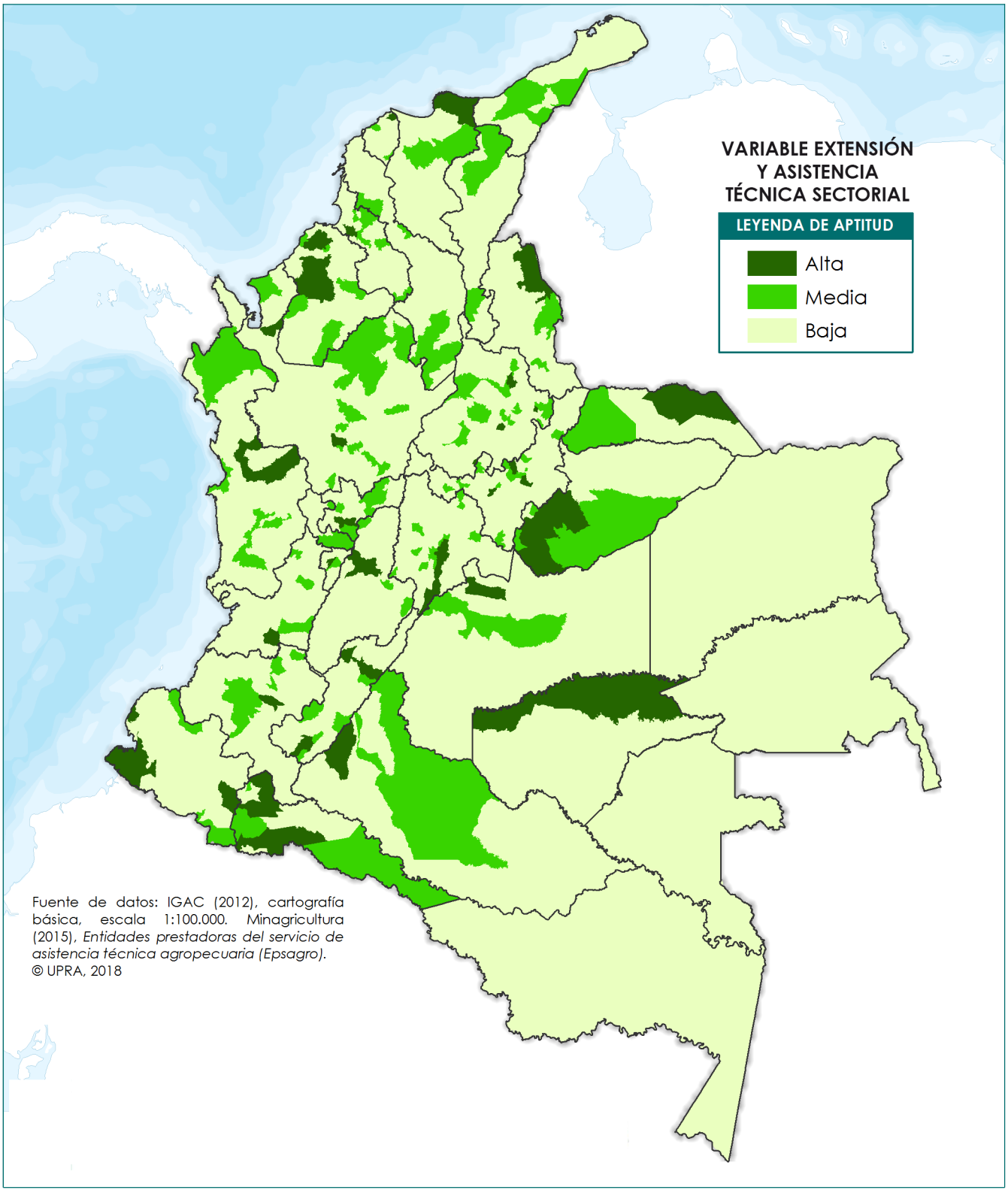
Fuentes de información

- IGAC. (2010). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- Minagricultura. (2015e). Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro). Bogotá: Minagricultura.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio institucionalidad y asociatividad



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000. Minagricultura (2015), *Entidades prestadoras del servicio de asistencia técnica agropecuaria (Epsagro).*

© UPRA, 2018

3.7.6 VARIABLE ORGANIZACIONES GREMIALES O DE BASE DEL SECTOR

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

Presencia e influencia de organizaciones gremiales y/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.

Importancia de la variable

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 caucheros.

La institucionalidad sectorial es un aspecto relevante en la toma de decisiones sobre el desarrollo de las actividades productivas, puesto 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.

Los municipios donde la presencia e influencia de organizaciones gremiales o de base es mayor se consideran más competitivos, pues, al facilitar el acceso a la gestión de recursos y beneficios que reducen los costos e incrementen utilidades, ofrecen un mejor contexto a los nuevos productores caucheros para insertarse en la cadena productiva. La reducción de costos impacta la competitividad del cultivo.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

Los rangos para la espacialización de la variable se clasificaron de acuerdo con categorías de aptitud competitiva: alta (A1) y baja (A3).

Presencia de organizaciones gremiales o de base en el municipio	Aptitud
Con Fedecaucho y organizaciones gremiales o de base	A1
Sin organizaciones gremiales y/o de base o Fedecaucho	A3

Los departamentos con mayor número de organizaciones de base para el cultivo del caucho son Santander (36), Antioquia (29), Meta (18) y Caquetá (16). El municipio de La Macarena (Meta) tiene el mayor número de organizaciones registradas en su jurisdicción, con un total de 9; le siguen Cimitarra (Santander) y Tarazá (Antioquia), con 8 y 7 organizaciones, respectivamente.

Limitantes de la evaluación de la variable

La información fuente para la medición de la variable fue recopilada por medio de la Confederación Cauchera Colombiana. La información podría estar desactualizada y algunas de las organizaciones pueden haberse desintegrado o estar inactivas.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- Confederación Cauchera Colombiana. (2015). Organizaciones de base del sector cauchero a 2015.

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 verifica que las organizaciones en su totalidad correspondan al sector cauchero.

4. Clasificación de los municipios por aptitud competitiva

Teniendo en cuenta que de los 332 municipios que registran antecedentes en la producción de caucho en el país en los últimos 5 años, solo en 50 de ellos existen algún tipo de organización de base, comité o asociación del sector cauchero, se definen las dos categorías que se indican en el ítem de rangos de evaluación.

Unidad de análisis	Municipio.

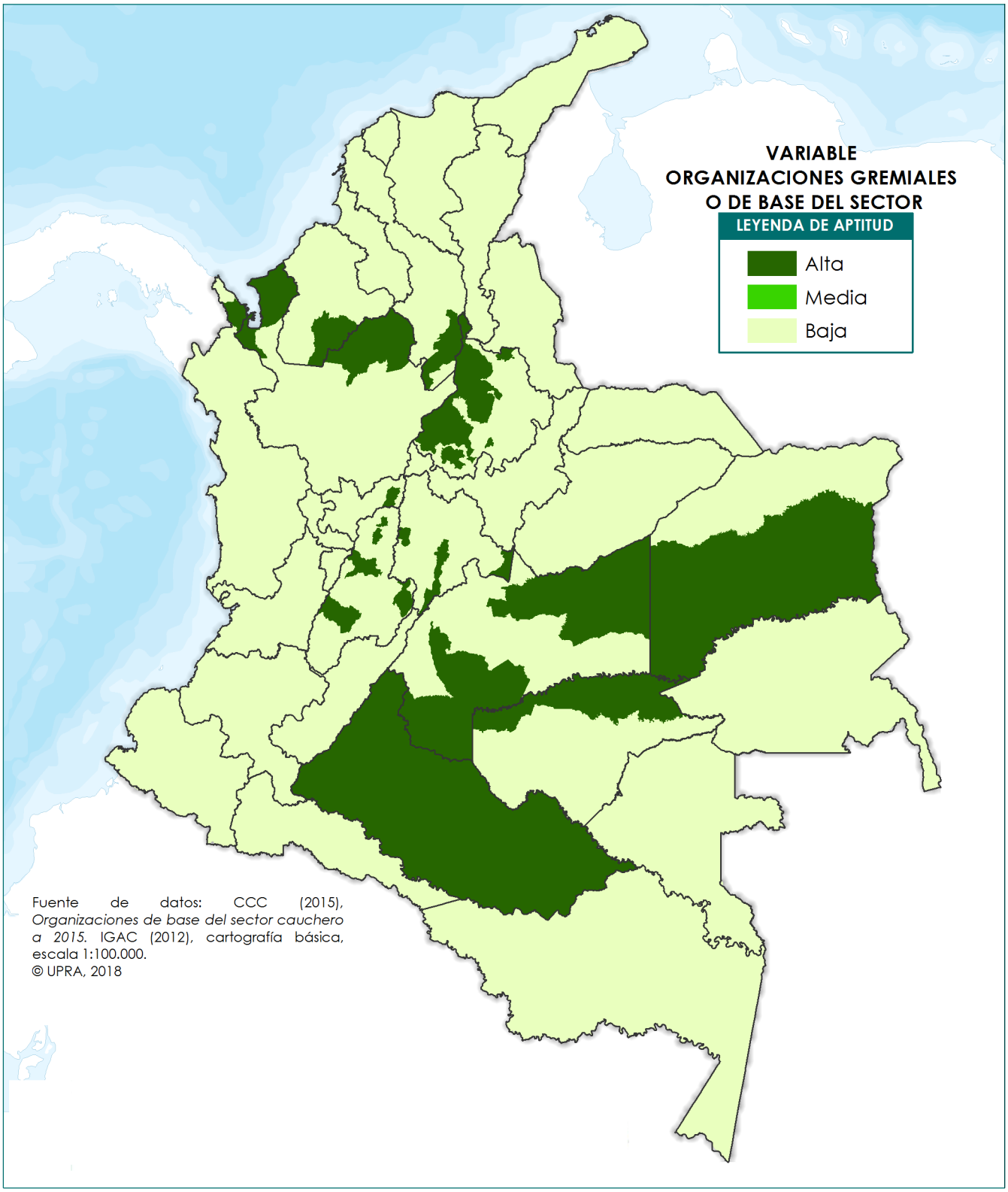
Fuentes de información

- Confederación Cauchera Colombiana. (2015b). Organizaciones de base del sector cauchero a 2015. Bogota: CCC.



Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio institucionalidad y asociatividad



Fuente de datos: CCC (2015), *Organizaciones de base del sector cauchero a 2015*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.
© UPRA, 2018

3.8 CRITERIO CONDICIONES DE VIDA

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONES DE VIDA		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	✓
	Exclusión legal	
	Condicionante	
Variables asociadas al criterio		

Se asocia la variable índice de pobreza multidimensional (IPM), cuya unidad de medida es el 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.

Definición

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 con el concepto de competitividad.

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).

Importancia del criterio

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 tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

Existe una relación directa entre un mayor desarrollo humano en un municipio y la aptitud competitiva del mismo.

Limitantes de la evaluación del criterio

La aproximación a las condiciones de vida se hizo a partir del índice de pobreza multidimensional municipal, calculado por el DNP con base en la información del censo general de 2005.

El censo general de 2005 presentó omisiones censales superiores al 20 % en las zonas rurales de algunos municipios del país.

El cálculo del IPM desde el 2012 lo realiza el DANE con base en la gran encuesta integrada de hogares, disponible sólo a nivel nacional, departamental y grandes regiones.

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

No se conocen limitaciones para la evaluación de esta variable.

Variable	Unidad de medida	Aptitud		
		A1	A2	A3
Índice de pobreza multidimensional (IPM)	Índice de competitividad (IC)	> 0,46731	Entre 0,22069 y 0,46731	< 0,22069
	Índice de pobreza multidimensional para el año 2005 en el municipio	< 64	Entre 64 y 83	> 83

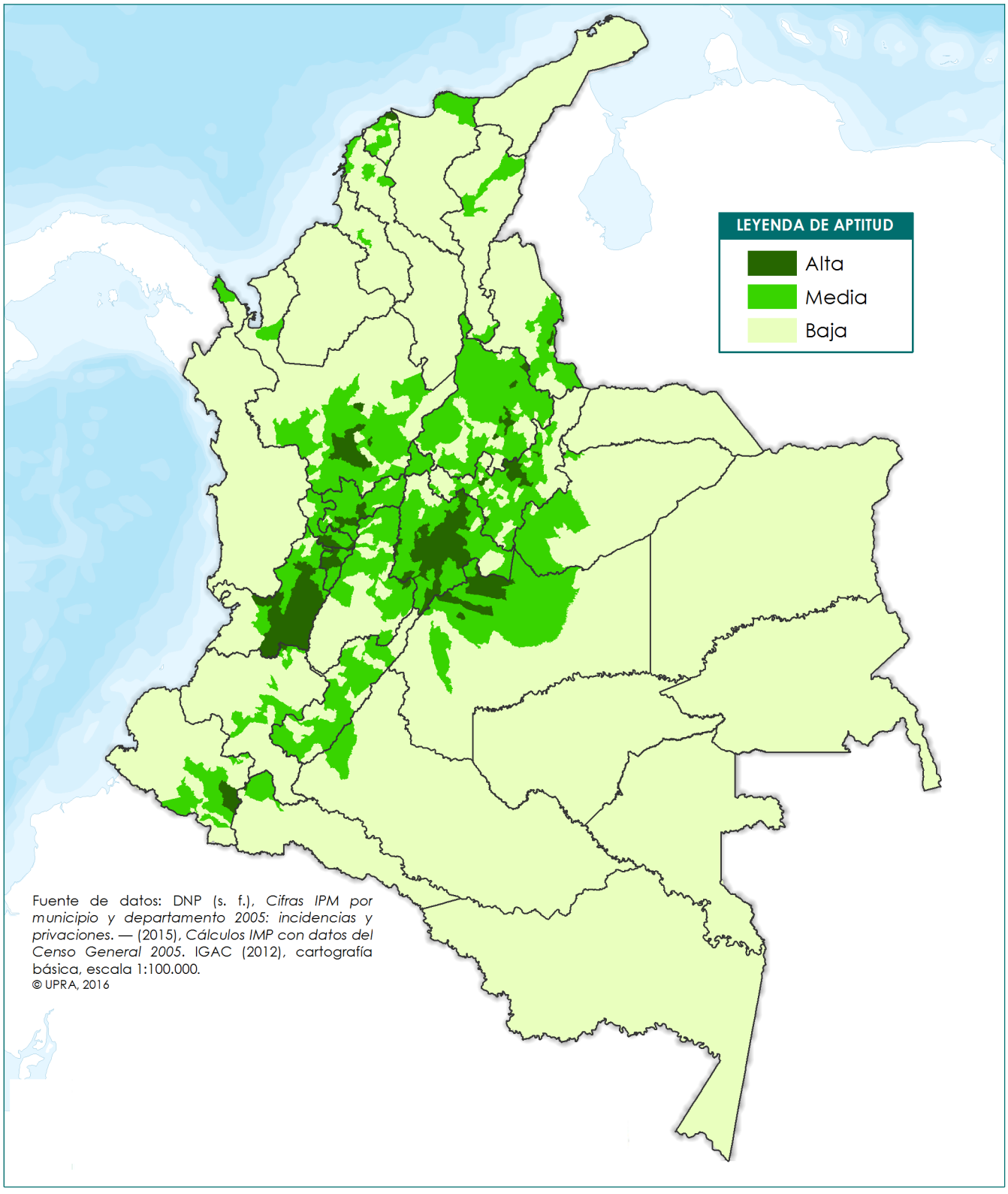
Fuentes de información

- DNP. (s. f.). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>
- IGAC. (2010). Cartografía básica, escala 1:100.000.
- PNUD. (2015). *Informe sobre Desarrollo Humano 2015*. Recuperado de < http://hdr.undp.org/sites/default/files/2015_human_development_report_overview_-_es.pdf>



Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones de vida



Fuente de datos: DNP (s. f.), *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones*. — (2015), *Cálculos IMP con datos del Censo General 2005*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2016

3.8.1 VARIABLE ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL (IPM)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
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		

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).

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: condiciones educativas del hogar, condiciones de la niñez y juventud, trabajo, salud y acceso a servicios públicos domiciliarios y condiciones de la vivienda.

Importancia de la variable

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 tanto, requieren una menor inversión social para potenciar sus capacidades.

Municipios con mayores IPM reflejan una menor incidencia de la competitividad de los procesos productivos desarrollados en el pasado.

El IPM es inversamente proporcional a la aptitud competitiva del municipio.

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: alta (A1), media (A2) y baja (A3).

Índice de competitividad (IC) Índice de pobreza multidimensional para el año 2005 en el municipio	Aptitud
IC > 0,46731 < 64	A1
IC entre 0,22069 y 0,46731 entre 64 y 83	A2
IC < 0,22069 > 83	A3

Limitantes de la evaluación de la variable

El IPM municipal fue calculado por el DNP con base en la información del censo general de 2005.

El censo general de 2005 presentó omisiones censales superiores al 20 % en las zonas rurales de algunos municipios del país.

El cálculo del IPM desde el 2012 lo realiza el DANE con base en la gran encuesta integrada de hogares, disponible sólo a nivel nacional, departamental y grandes regiones.

Metodología de procesamiento de la información

1. Información

- DNP. (2010). Índice de pobreza multidimensional por municipio, calculado con base en el censo general de 2005.

2. Precisiones de la información

El procedimiento y la competencia para calcular el IPM en Colombia se definió y asignó por medio 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-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 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 definen teniendo en cuenta la dispersión de los datos del IPM. Se consultan el marco teórico y la línea base, se analiza la distribución de los datos a partir de la elaboración de histogramas y se calculan la mediana y el promedio nacional como estadígrafos de referencia.

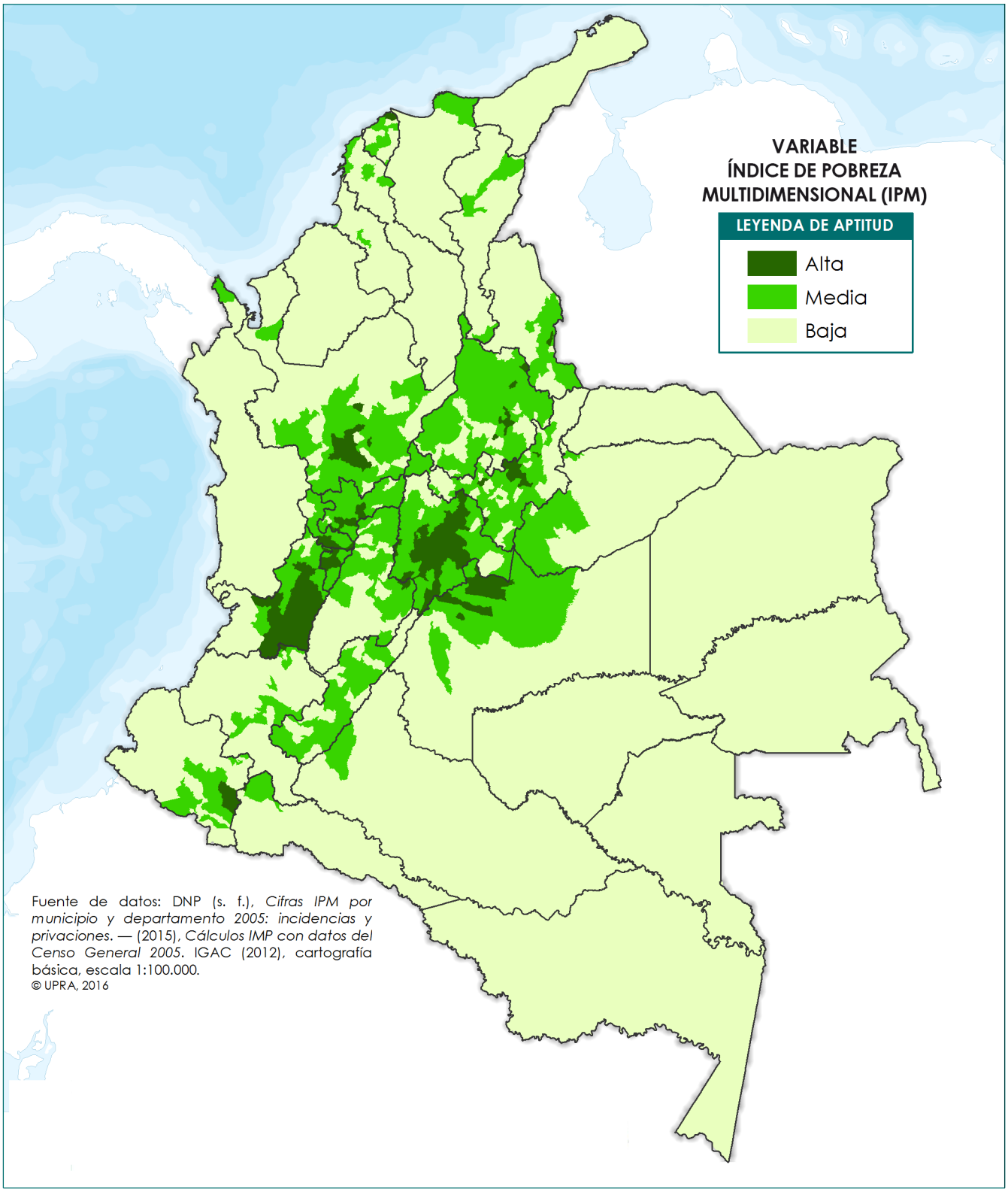
Unidad de análisis	Municipio.

Fuentes de información

- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (s. f.). *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones.* Recuperado de <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-social/pol%C3%ADticas-sociales-transversales/Paginas/promoci%C3%B3n-de-la-equidad-y-reducci%C3%B3n-de-la-pobreza.aspx>
- IGAC. (2010). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Criterio condiciones de vida



Fuente de datos: DNP (s. f.), *Cifras IPM por municipio y departamento 2005: incidencias y privaciones*. — (2015), *Cálculos IMP con datos del Censo General 2005*. IGAC (2012), cartografía básica, escala 1:100.000.

© UPRA, 2016



4. FICHAS METODOLÓGICAS DE EXCLUSIONES LEGALES

4.1 CRITERIO EXCLUSIONES LEGALES

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioeconómico		
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	✓
Variables asociadas al criterio		

Ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras), áreas urbanas (ciudades capitales y cabeceras municipales) y áreas de protección cultural y social (parques arqueológicos).

Definición

Aquellas zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de actividades agrícolas productivas. Las siguientes zonas son excluidas del proceso de zonificación de aptitud: ecosistemas estratégicos (páramos), áreas protegidas (áreas del Sistema Nacional de Parques Nacionales Naturales, parques naturales regionales, reservas forestales protectoras), áreas urbanas (ciudades capitales y cabeceras municipales) y las áreas de protección cultural y social (parques arqueológicos).

Importancia del criterio

Las exclusiones legales son fundamentales en la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho, puesto que su análisis permite determinar dónde se puede y no se puede desarrollar actividad productiva agrícola, dados los mandatos legales vigentes.

Las consideraciones legales para la exclusión de la zonificación están dadas por los siguientes instrumentos normativos:

- Ecosistemas estratégicos (páramos): en lo referente a los ecosistemas de páramo, el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo, faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de 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 el MADS, el Minagricultura y Minminas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigencia de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales. Para tales efectos, se considera como referencia mínima la cartografía generada por el IAVH, hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1.º).

- Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, que reglamenta el Sinap, que incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y vía parque.

- Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen la estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlas a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

- Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute.

- Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

- Ciudades capitales y cabeceras municipales: la Ley 388 de 1997 establece los centros urbanos, aquellos espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.

- Parques arqueológicos: el Decreto 833 de 2002 establece que el patrimonio arqueológico amerita una primordial protección del Estado tendiente a su conservación, cuidado, rehabilitación y divulgación y a evitar su alto grado de vulnerabilidad, en especial teniendo en consideración que el territorio colombiano en su totalidad comporta un potencial espacio de riqueza arqueológica; por tanto, cualquier actividad productiva es incompatible con estas zonas. Estas áreas de exclusión legal incluyen solamente los parques arqueológicos.

Limitantes de la evaluación del criterio

No aplica.

Metodología de evaluación

La metodología de evaluación consiste en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y posteriormente obtener la información cartográfica oficial.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

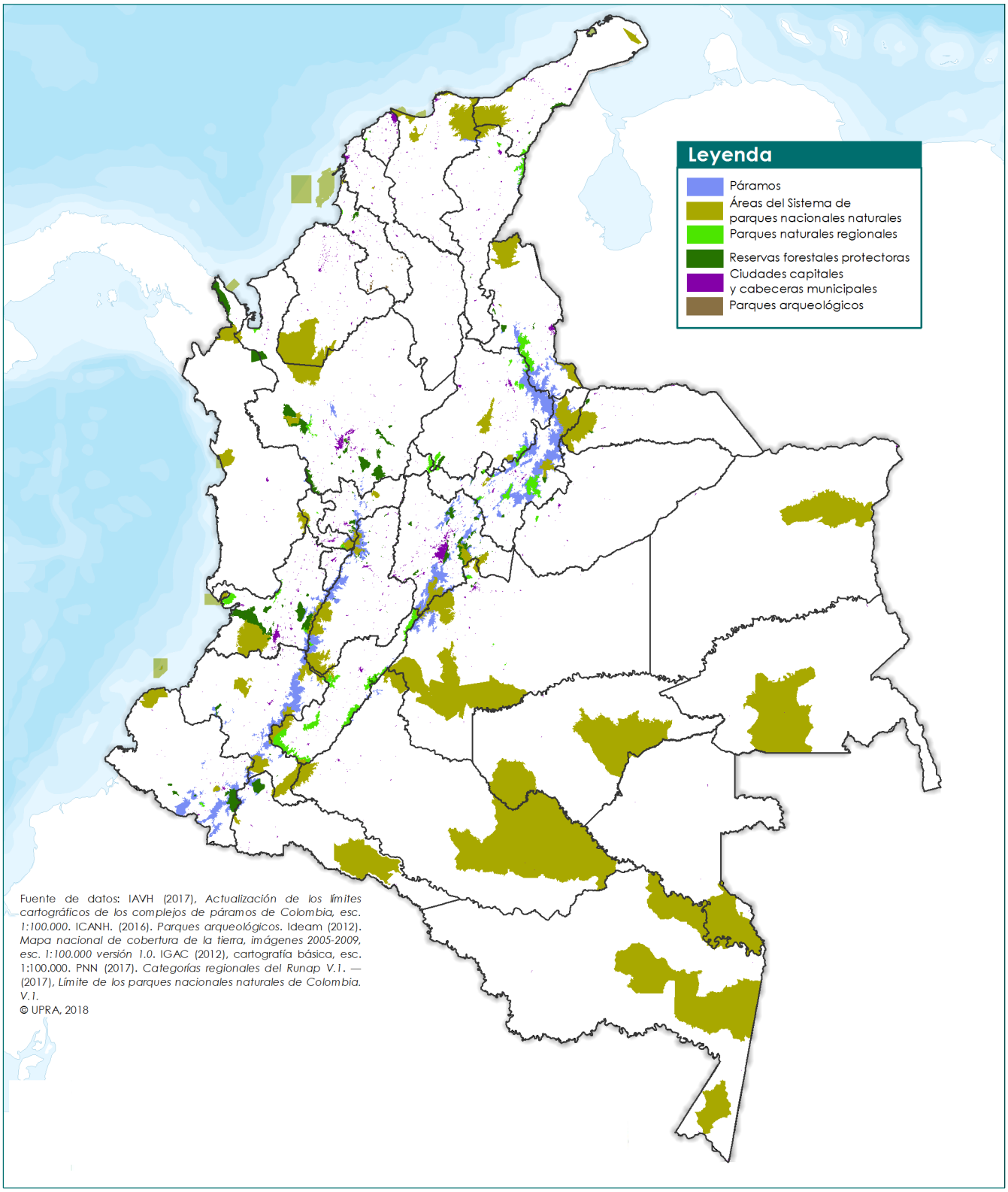
No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Fuentes de información

- IAVH. (2016). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000.*
- ICANH. (2015). *Parques arqueológicos.*
- Ideam *et al.* (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000 versión 1.0.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- PNN. (2016a). *Categorías regionales del Runap V.1.*
- —. (2016b). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Versión 2 de 2016.*

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Exclusiones legales



Fuente de datos: 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 2005-2009, esc. 1:100.000 versión 1.0*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. PNN (2017). *Categorías regionales del Runap V.1*. — (2017), *Límite de los parques nacionales naturales de Colombia. V.1*.

© UPRA, 2018

4.1.1 VARIABLE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS (PÁRAMOS)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	
Definición		

Los ecosistemas estratégicos 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, por medio de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales, tales como la regulación del clima y de la humedad, la provisión de agua para el abastecimiento de la población, la generación de energía o el riego, el mantenimiento de climas y suelos adecuados para la producción de alimentos y materias primas o el mantenimiento del sistema natural de prevención de desastres o de control de plagas (Márquez, 2003).

La zonificación de aptitud considera ecosistemas estratégicos a los páramos, por lo cual estas áreas deberán ser excluidas; las consideraciones legales para la exclusión están dadas por los siguientes instrumentos normativos: en lo referente a los ecosistemas de páramo, el Consejo de Estado indica, en la Providencia del 9 de marzo de 2015, que están absolutamente prohibidas las concesiones mineras, títulos mineros y actividades agropecuarias en los páramos colombianos; asimismo faculta al Gobierno para cerrar las actividades de explotación minera y agraria que se desarrollan en estos ecosistemas y que van en detrimento de 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 el MADS, el Minagricultura y el Minminas están obligados a iniciar programas de sustitución y capacitación ambiental o de reconversión para las actividades agropecuarias que se desarrollaban en los páramos, antes de la entrada en vigencia de la Ley 1450 del 2011. Sin embargo, si alguna de dichas labores pone en riesgo el ecosistema, el Estado podrá expropiar el predio para buscar la restauración y conservación ambiental.

En los ecosistemas de páramos no se podrán adelantar actividades agropecuarias, ni de exploración o explotación de hidrocarburos y minerales.

Para tales efectos se considera como referencia mínima la cartografía generada por el IAVHel , hasta tanto se cuente con cartografía a escala más detallada (Ley 1450 de 2011, artículo 202, parágrafo 1.º).

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho, los ecosistemas estratégicos juegan un papel fundamental en el sostenimiento de procesos naturales, sociales y ecológicos; no son solo áreas de importancia natural, sino que cumplen otras funciones importantes para la sociedad por medio de la prestación de bienes y servicios ecológicos fundamentales para el hombre, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de la evaluación de la variable

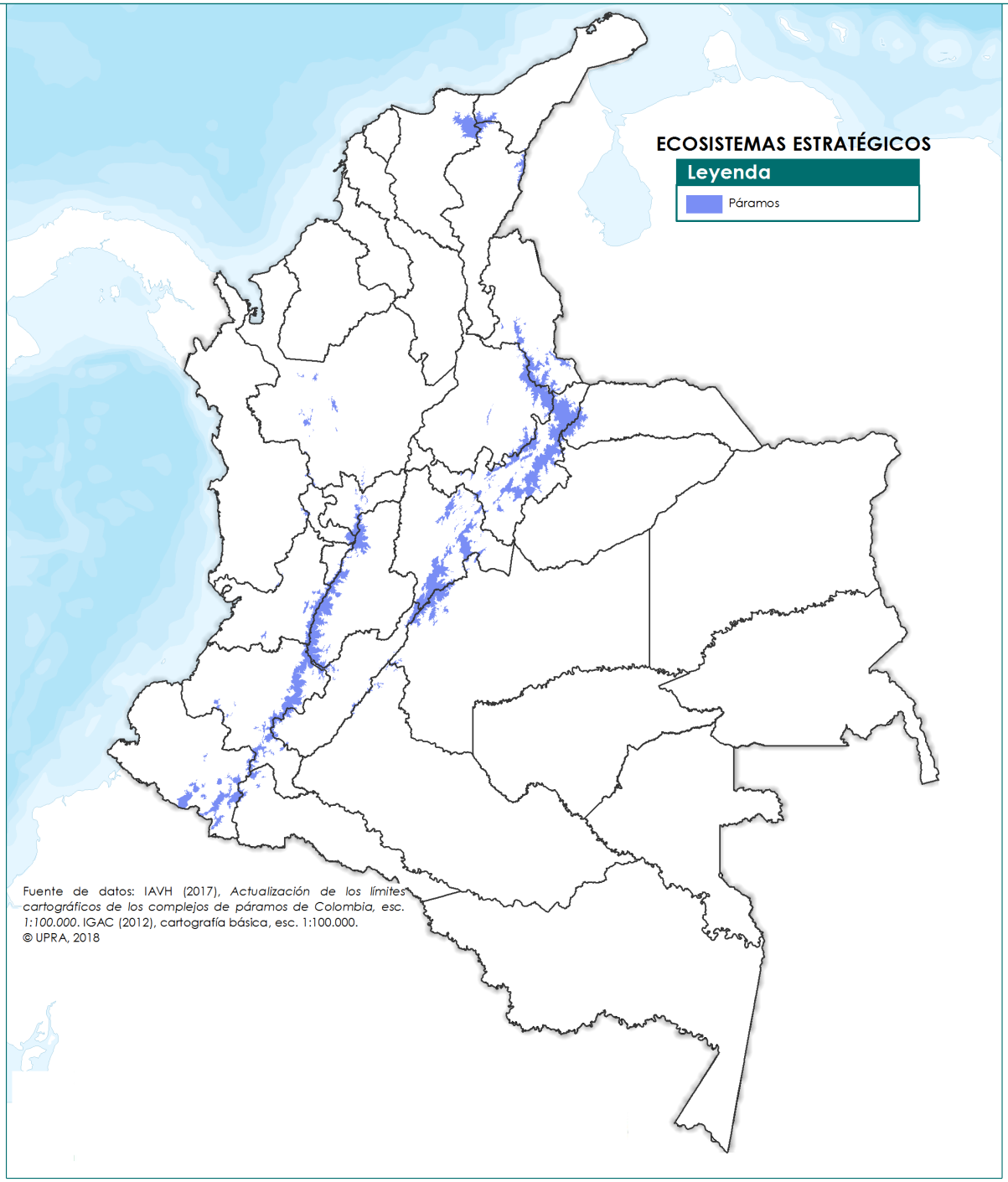
Los páramos delimitados corresponden al complejo de páramos; abarca grandes extensiones que pueden incluir zonas con algún grado de aptitud. Se debe actualizar esta exclusión con la información resultante de las zonificaciones de los páramos que adelanta el MADS con el IAVH.

Fuentes de información

- IAVH. (2016). *Actualización de los límites cartográficos de los complejos de páramos de Colombia, escala 1:100.000.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- Márquez, G. (2003). *Ecosistemas estratégicos de Colombia.* Recuperado de <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Exclusiones legales



4.1.2. VARIABLE ÁREAS PROTEGIDAS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	
Definición		

Las áreas protegidas consideradas dentro de esta exclusión legal corresponden a:

- Sistema de Parques Nacionales Naturales: forma parte del Sinap y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto Ley 2811 de 1974 y el Decreto 2372 de 2010, que reglamenta el Sinap, que incluye las figuras de parques nacionales naturales, área natural única, reservas naturales, santuarios de fauna, santuarios de fauna y flora y vía parque.
- Parques naturales regionales: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos, en la escala regional, mantienen la estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.
- Reservas forestales protectoras: de acuerdo con el Decreto 2372 de 2010, se considera un espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición hayan sido modificadas, y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona, de propiedad pública o privada, se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación de aptitud de las plantaciones comerciales de caucho natural, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento de acuerdo con la normatividad nacional, por lo que constituyen el máximo nivel de restricción al uso.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de la evaluación de la variable

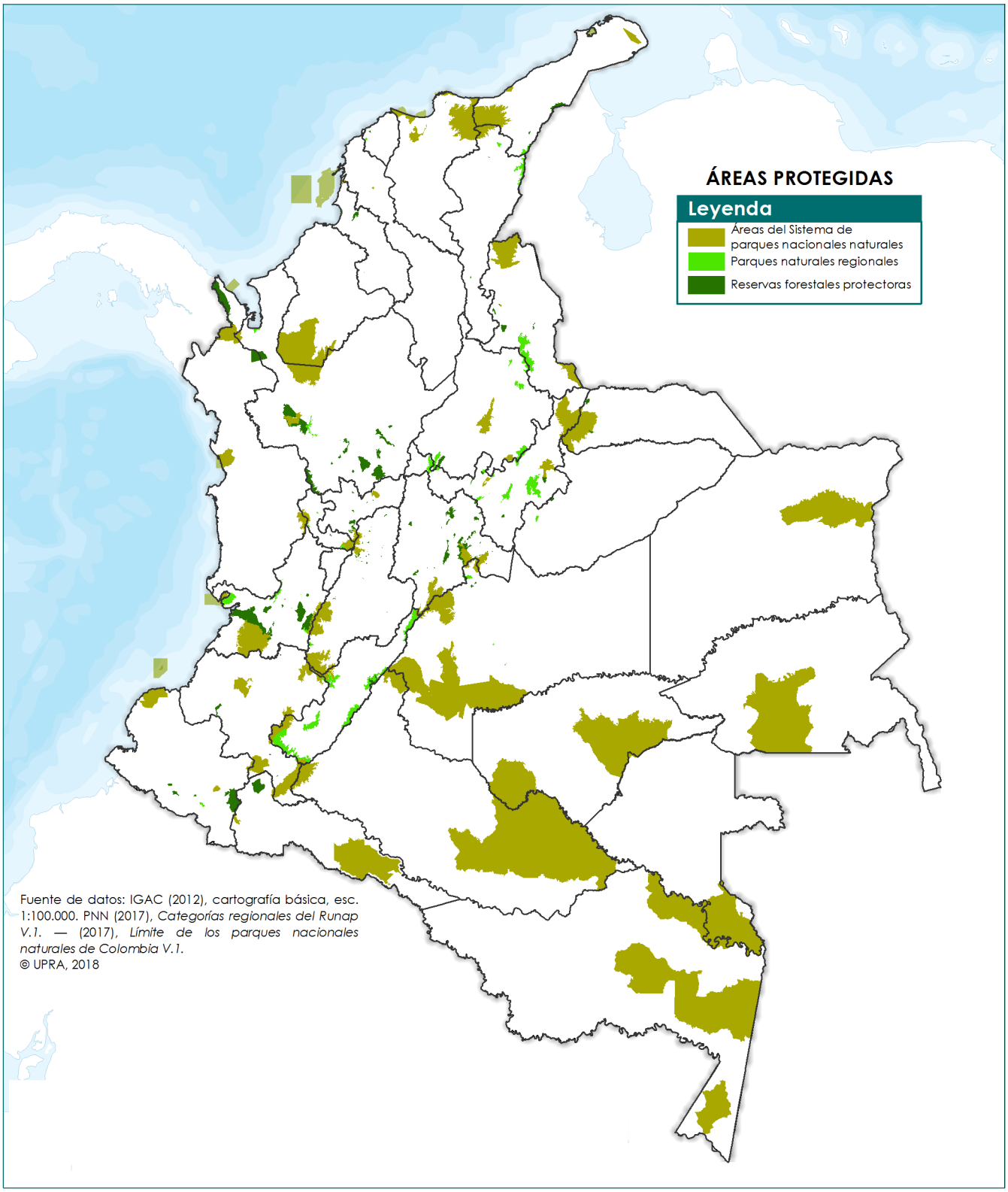
No aplica.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- PNN. (2016a). *Categorías regionales del Runap V.1.*
- —. (2016b). *Límite de los Parques Nacionales Naturales de Colombia. Versión 2 de 2016.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Exclusiones legales



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. PNN (2017), *Categorías regionales del Runap V.1.* — (2017), *Límite de los parques nacionales naturales de Colombia V.1.*

© UPRA, 2018

4.1.3 VARIABLE ÁREAS URBANAS Y SUBURBANAS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	
Definición		

Esta variable define que las ciudades capitales y las cabeceras municipales son objeto de exclusión en el ejercicio de zonificación de aptitud.

Se entiende como centros urbanos aquellos espacios conformados por edificaciones y los espacios adyacentes a la infraestructura edificada.

Importancia de la variable

Establece la posibilidad de identificar los centros urbanos y determinar que estas zonas del país no son aptas para el establecimiento y desarrollo de cultivos, de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Ley 388 de 1997.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de la evaluación de la variable

No aplica.

Metodología de procesamiento de la información

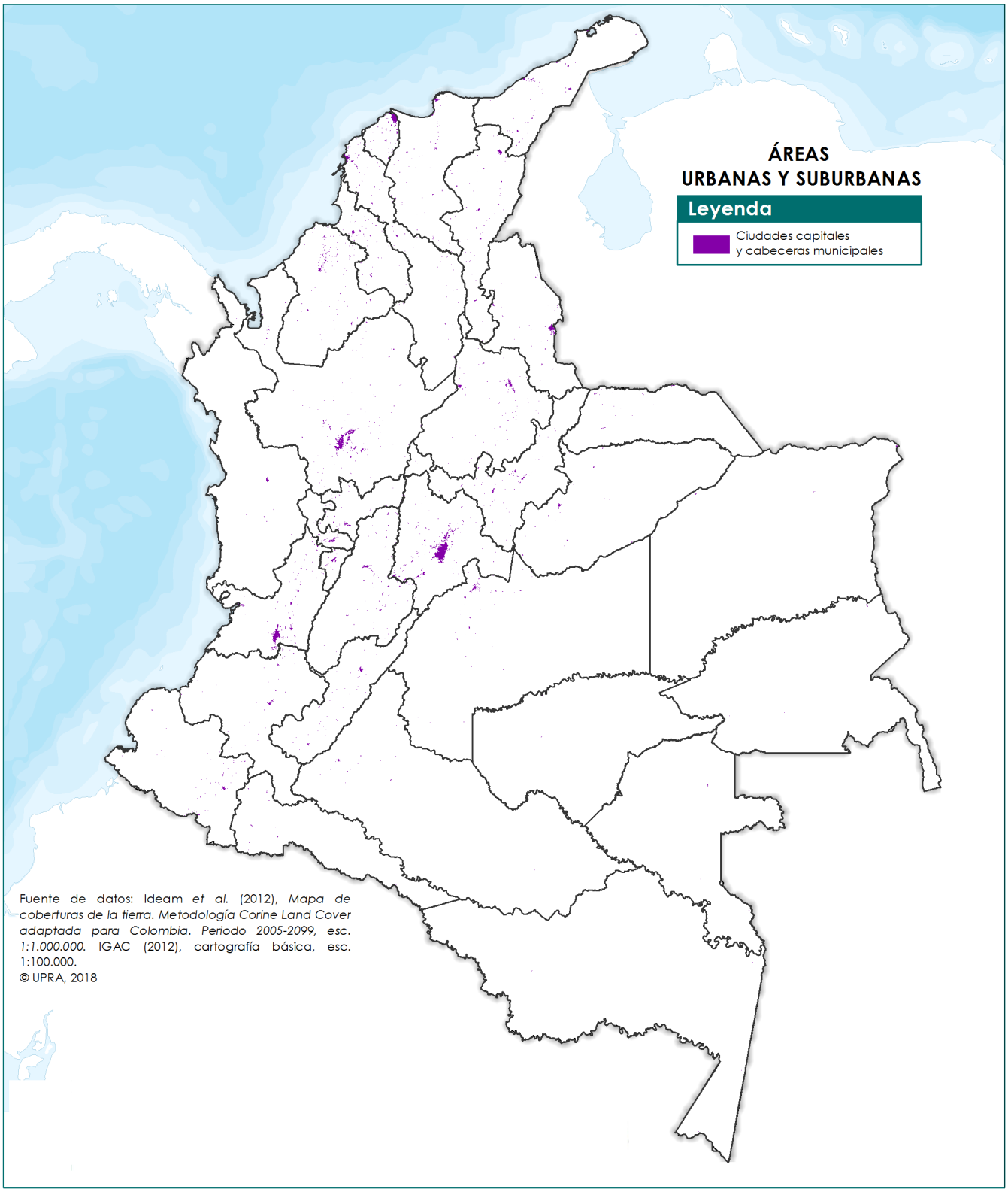
Se realiza la espacialización de la información referente a las áreas urbanas, donde se identifican las ciudades capitales y cabeceras municipales.

Fuentes de información

- Ideam. (2010b). L*eyenda nacional de coberturas de la tierra: metodología Corine Land Cover, adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- Ideam *et al.* (2012). *Mapa nacional de cobertura de la tierra, imágenes 2005-2009, escala 1:100.000 versión 1.0.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Exclusiones legales



Fuente de datos: Ideam *et al.* (2012), *Mapa de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Periodo 2005-2099, esc. 1:1.000.000.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000.

© UPRA, 2018

4.1.4 VARIABLE ÁREAS DE PROTECCIÓN CULTURAL Y SOCIAL (PARQUES ARQUEOLÓGICOS)

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	✓
	Condicionante	

Definición

Las áreas de protección cultural y social, dentro de las cuales se encuentran los parques arqueológicos, se definen como áreas de protección y conservación del patrimonio cultural de Colombia.

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 todo el territorio colombiano comporta un potencial espacio de riqueza arqueológica; por tanto, cualquier actividad productiva es incompatible con estas zonas.

En términos de las restricciones legales, estas áreas están constituidas por las zonas declaradas como parques arqueológicos en el país.

Importancia de la variable

Incide en la realización de la zonificación de aptitud para actividades agrícolas, pues estas áreas no permiten su desarrollo y, por tanto, deben ser excluidas de ejercicios de zonificación de aptitud.

Valor de exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de una exclusión legal (N2).

Limitantes de la evaluación de la variable

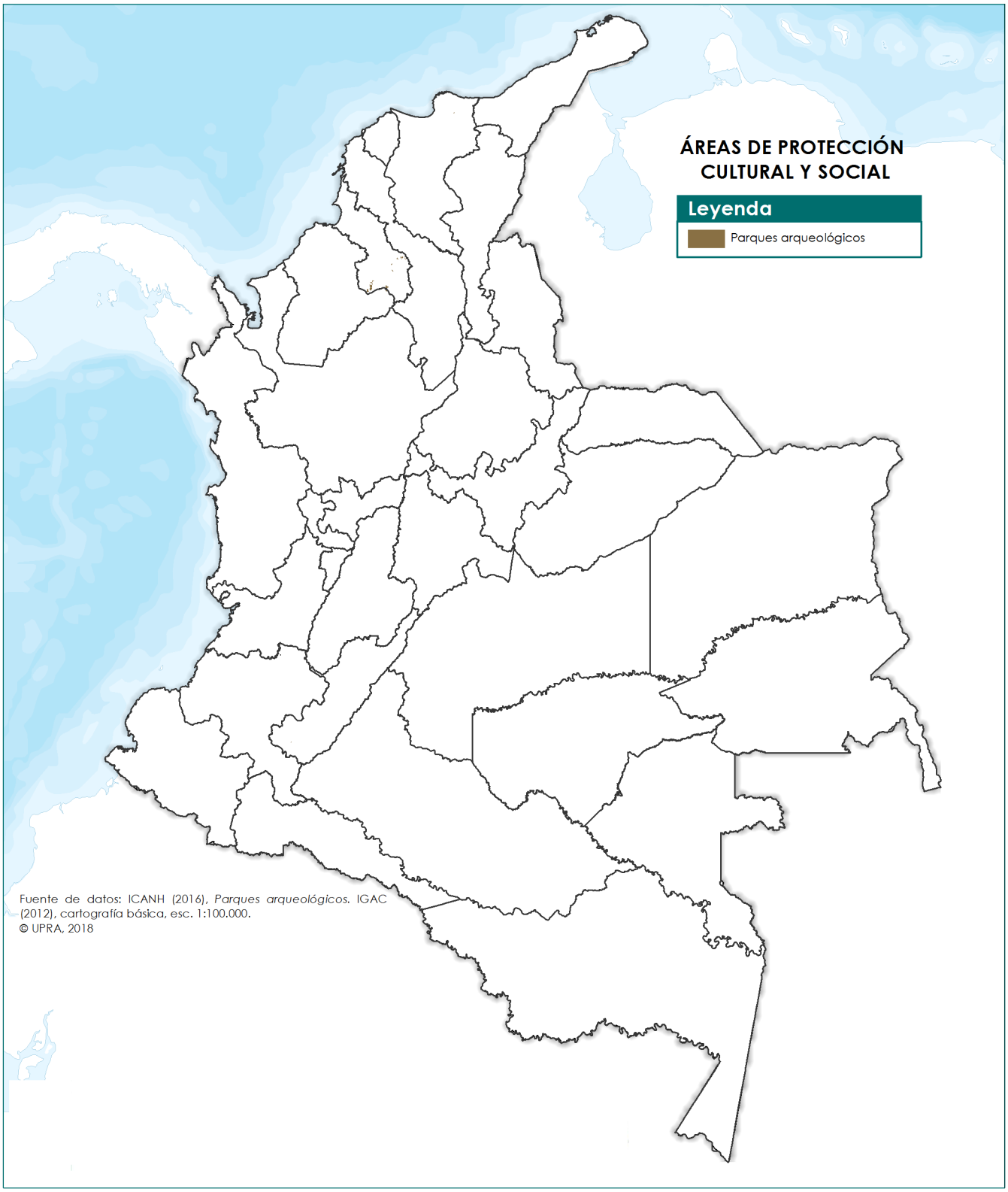
Las áreas arqueológicas consideradas de exclusión se limitan a los parques arqueológicos.

Fuentes de información

- ICANH. (2015a). *Parques arqueológicos nacionales.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Exclusiones legales





5. FICHAS METODOLÓGICAS DE CONDICIONANTES LEGALES

5.1 CRITERIO DE CONDICIONANTES LEGALES

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	✓
	Exclusión técnica	
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		

Ecosistemas estratégicos (manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical); áreas protegidas (distritos de manejo integrado, distritos de conservación de suelos, áreas de recreación, reservas naturales de la sociedad civil y zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente); zonas de reserva forestal nacional (reservas forestales de la Ley 2.ª de 1959 y sustracciones de la reserva forestal); distinciones internacionales (Convención de Ramsar y reservas de la biósfera) y áreas de interés cultural y social (tierras de las comunidades negras, áreas reservadas para las comunidades negras, zonas de reserva campesina, resguardos indígenas, paisajes culturales y áreas arqueológicas protegidas).

Definición

Los condicionantes legales están referidos a aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de caucho natural.

Importancia del criterio

Los aspectos legales hacen parte del ejercicio de zonificación, para lo cual se hace necesario que el planificador realice un análisis de las condiciones que cada una de estas figuras requiere para el desarrollo de actividades agrícolas, como pueden ser solicitudes de consulta previa, revisión de zonificaciones y planes de manejo, entre otros.

Limitantes de la evaluación del criterio

No existen limitantes para la evaluación del criterio, puesto que la normatividad permite el establecimiento y desarrollo de cultivos comerciales y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o las líneas de política determinados en cada caso.

Metodología de evaluación

La metodología de evaluación consiste en analizar a profundidad las normas vigentes, revisar las fuentes y posteriormente obtener la información cartográfica oficial.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

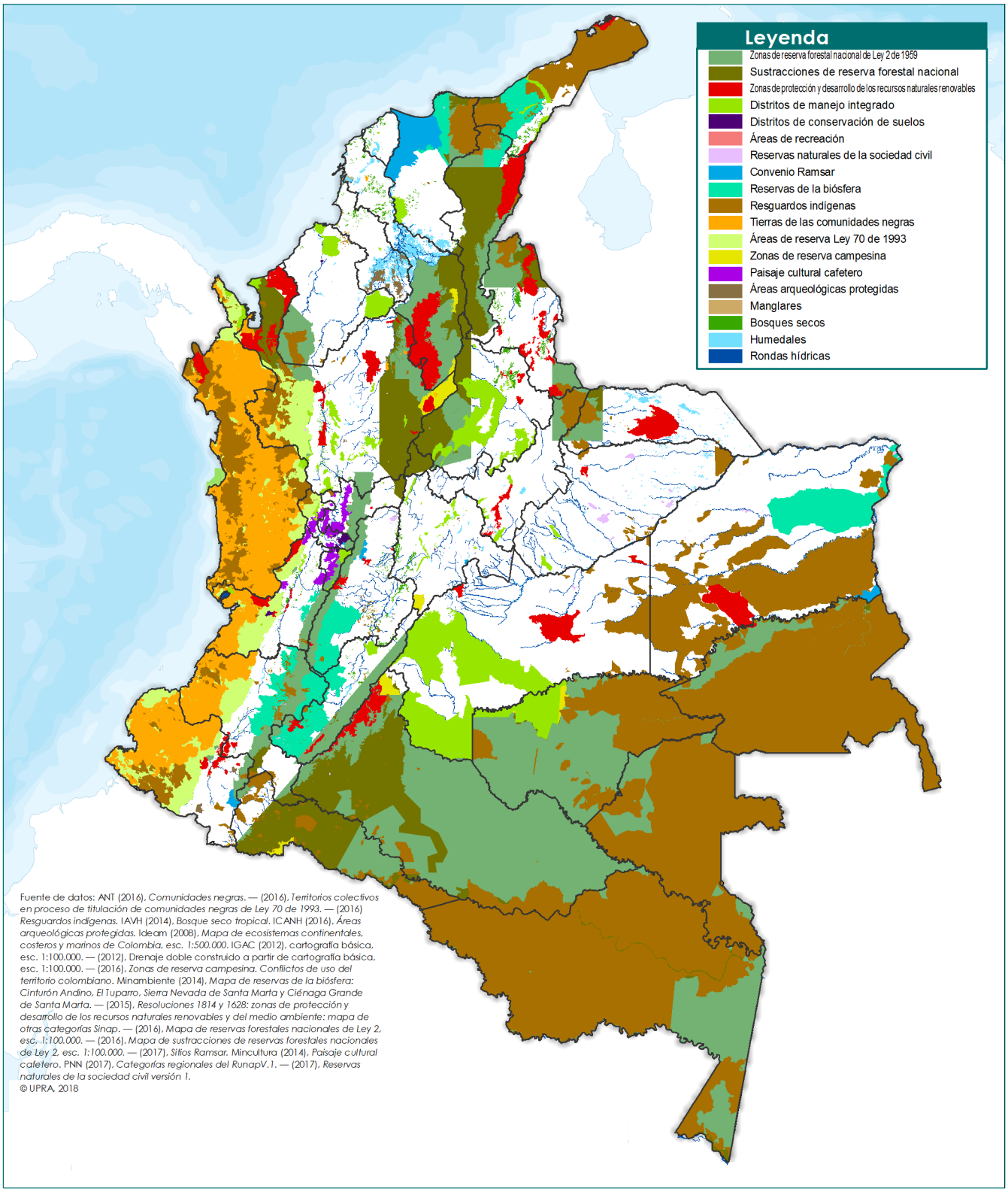
No aplican rangos para los condicionante**s.**

Fuentes de información

- IAVH. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia.* doi: 20.500.11761/9333.
- ICANH. (2015). *Áreas arqueológicas protegidas.*
- Ideam *et al.* (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2012b). *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano.*
- Incoder. (2014). *Territorios colectivos en proceso de titulación de comunidades negras.* Ley 70 de 1993.
- —. (2015a). *Comunidades negras.*
- —. (2015b). *Resguardos indígenas.*
- MADS. (2012b). *Mapa de reservas forestales nacionales de la Ley 2.ª, escala 1:100.000.*
- —. (2012c). *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2.ª, escala 1:100.000.*
- —. (2014a). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga Grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra Nevada de Santa Marta.*
- —. (2014b). *Sitios Ramsar.*
- Mincultura (2014). *Paisaje cultural cafetero.*
- PNN. (2016a). *Categorías regionales del Runap V. 1.*
- —. (2016c). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 1.*
- Resolución 1814 de 2015. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones. *Diario Oficial* 49.675, del 12 de agosto de 2015. Colombia.
- Resolución 1628 de 2015. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones. *Diario Oficial* 49.574, del 13 de julio de 2015. Colombia.
- UPRA. (2014b). Drenaje doble construido a partir de IGAC (2012a), cartografía básica, escala 1:100.000.

Representación cartográfica del criterio

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Condicionantes legales



Fuente de datos: ANT (2016), *Comunidades negras*. — (2016), *Territorios colectivos en proceso de titulación de comunidades negras de Ley 70 de 1993*. — (2016) *Resguardos indígenas*. IAVH (2014), *Bosque seco tropical*. ICANH (2016), *Áreas arqueológicas protegidas*. Ideam (2008), *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, esc. 1:500.000*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2012), Drenaje doble construido a partir de cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2016), *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano*. Minambiente (2014). *Mapa de reservas de la biósfera: Cinturón Andino, El Tuparro, Sierra Nevada de Santa Marta y Ciénaga Grande de Santa Marta*. — (2015), *Resoluciones 1814 y 1628: zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente: mapa de otras categorías Sinap*. — (2016), *Mapa de reservas forestales nacionales de Ley 2, esc. 1:100.000*. — (2016), *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de Ley 2, esc. 1:100.000*. — (2017), *Sitios Ramsar*. Mincultura (2014), *Paisaje cultural cafetero*. PNN (2017), *Categorías regionales del RunapV.1*. — (2017), *Reservas naturales de la sociedad civil versión 1*.

© UPRA, 2018

5.1.1. VARIABLE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	✓
Definición		

Corresponden a los ecosistemas estratégicos de manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical.

Los ecosistemas de manglar y los humedales son considerados zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con el cultivo comercial de caucho.

Desde el punto de vista ambiental, el ecosistema manglar reduce el impacto de las mareas, pues deposita barro y forma pantanos donde se fijan los organismos. Igualmente, sirve como estabilizador de la línea costera, al ayudar en el control de erosión, y constituye una barrera natural de amortiguamiento que protege a las costas de marejadas y vientos huracanados a manera de cortina rompevientos.

Económicamente, el manglar ha sido base de subsistencia de muchas comunidades a lo largo de las costas colombianas, quienes han utilizado su madera a pequeña escala y para uso local. 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.

Por su parte, los humedales son ecosistemas estratégicos de gran importancia ecológica, pues ofrecen una gran variedad de bienes y servicios a las comunidades aledañas. Estos ecosistemas han ido desapareciendo debido a diversos factores que alteran sus características físicas, biológicas y químicas, afectando así la flora y la fauna presente en ellos.

El Decreto 1640 de 2012 plantea, en su artículo 2, la existencia de ecosistemas de importancia estratégica para la conservación de recursos hídricos, entendiéndolos como aquellos que garantizan la oferta de servicios ecosistémicos relacionados con el ciclo hidrológico y, en general, con los procesos de regulación de disponibilidad del recurso hídrico en un área determinada.

La ronda hídrica se considera la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 metros, los cuales son un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos (Decreto 2811 de 1974).

El Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 metros de ancha paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

En el artículo 204 establece: «[...] Se entiende por área forestal protectora la zona que debe ser conservada permanentemente con bosques naturales o artificiales, para proteger estos mismos recursos u otros naturales renovables. En el área forestal protectora debe prevalecer el efecto protector y solo se permitirá la obtención de frutos secundarios del bosque» (Decreto 2811 de 1974).

La ronda, de conformidad con el artículo 10 de la Ley 388 de 1997, es una determinante ambiental que debe ser tenida en cuenta como norma de superior jerarquía por los municipios y distritos (Consulta No. 4120-E1-11525 del 7 de febrero de 2007 por el MADS).

El Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974, establece una regulación en términos de propiedad con relación a las zonas paralelas a los cauces permanentes. En el artículo 83, literal d, consagra que la faja paralela a las líneas de mareas máximas o al cauce permanente de ríos y lagos de hasta 30 m es un bien inembargable e imprescriptible del Estado, excepto si existen derechos adquiridos.

Por su parte, el Decreto 1449 de 1977 consagra en su artículo 3, literal b, que los propietarios de predios rurales tienen la obligación de mantener cobertura boscosa en áreas forestales protectoras, dentro de las cuales define como tal una faja de terreno no inferior a 30 m de ancha, paralela a las líneas máximas de marea, a los lados de los cauces y alrededor de lagos o depósitos de agua.

En este sentido, el Decreto 3600 de 2007, que regula sobre los determinantes para el ordenamiento del suelo rural, en su artículo 4 señala que las rondas hidráulicas hacen parte de la categoría de áreas de conservación y protección ambiental, en tanto áreas de especial importancia ecosistémica.

El ecosistema de bosque seco se considera una zona de importancia ambiental que se ha priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza; se requiere de un análisis detallado del área, previo a cualquier establecimiento de un cultivo.

Importancia de la variable

La importancia de estos condicionantes legales radica en que permite identificar áreas 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 y la importancia de mantener la prestación de servicios ecosistémicos.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de evaluación de la variable

Esta variable se considerará exclusión legal, previa aprobación de la consulta que se encuentra en proceso con el MADS sobre la representación cartográfica de estos ecosistemas.

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.

Es función de las corporaciones autónomas regionales 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).

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 corporaciones autónomas regionales, por ser de su competencia.

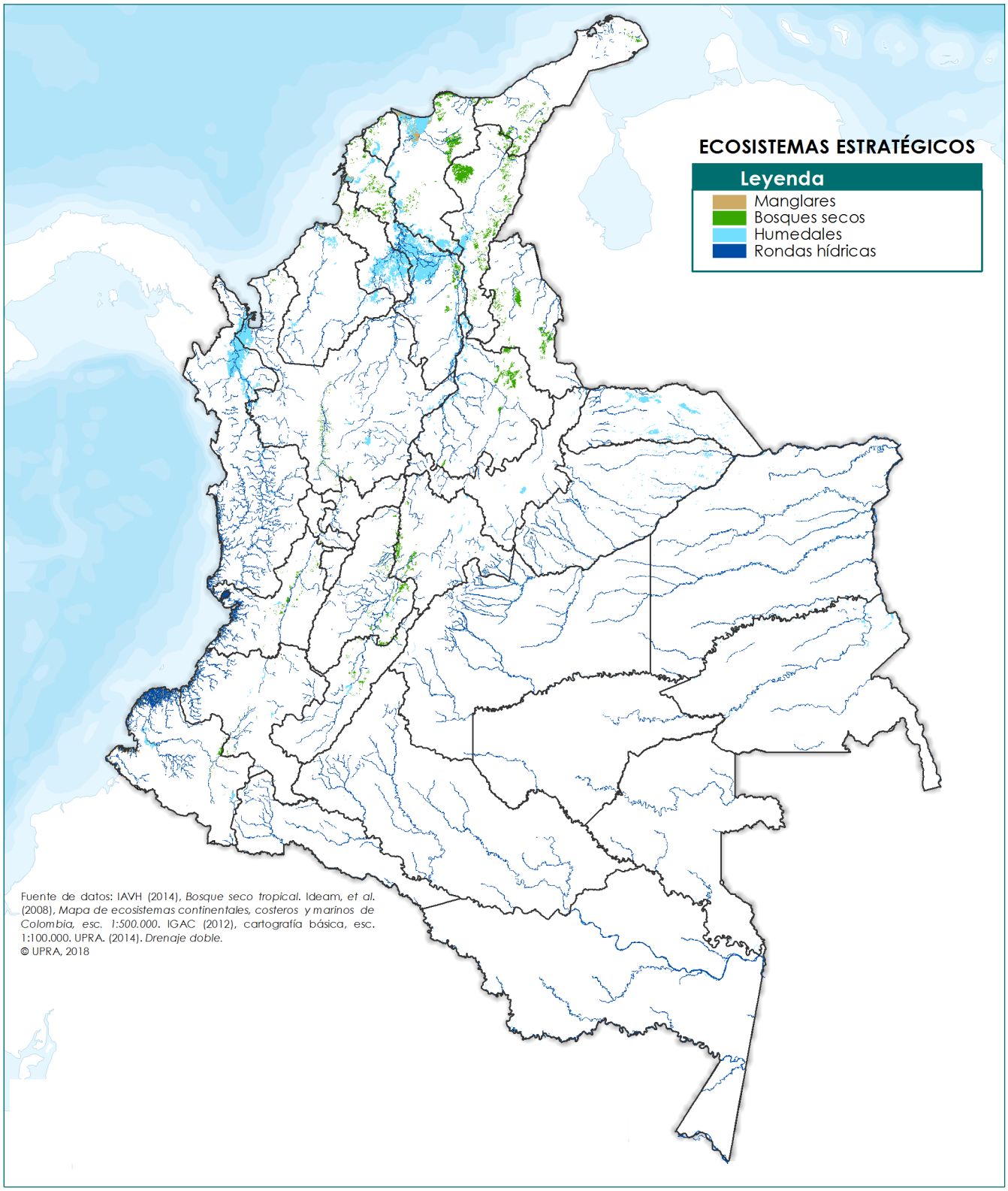
Unidad de análisis	Polígonos que corresponden a las áreas de manglares, humedales, rondas hídricas y bosque seco tropical.

Fuentes de información

- IAVH. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia.* doi: 20.500.11761/9333.
- Ideam *et al.* (2008). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:500.000.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- UPRA. (2014b). Drenaje doble construido a partir de IGAC (2012a), cartografía básica, escala 1:100.000.
- Ideam. (2010b). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000.* Bogotá: Ideam.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Condicionantes legales



Fuente de datos: IAVH (2014), *Bosque seco tropical*. Ideam, *et al.* (2008), *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, esc. 1:500.000*. IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. UPRA. (2014). *Drenaje doble*.

© UPRA, 2018

5.1.2 VARIABLE ÁREAS PROTEGIDAS

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	✓
Definición		

Zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de caucho. Dentro de esta variable se consideran las siguientes áreas:

- 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. Sus valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute (Decreto 2372 de 2010). Estos DMI tienen una zonificación, la cual debe ser previamente consultada si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

- 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; aportan esencialmente a la generación de bienes y servicios ambientales. Sus valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, conocimiento y disfrute (Decreto 2372 de 2010). Estos DCS tienen una zonificación, la cual debe ser previamente consultada si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

- 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. Sus valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su restauración, uso sostenible, conocimiento y disfrute (Decreto 2372 de 2010). Estas áreas de recreación tienen una zonificación que debe ser previamente consultada, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

- Reservas naturales de la sociedad civil (RNSC): es la totalidad o una parte del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que, por la voluntad de su propietario, se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo (Decreto 2372 de 2010). Estas RNSC tienen una zonificación y un plan de manejo que deben ser previamente consultados, si se pretende desarrollar algún proyecto productivo dentro de esta zona.

- Zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medioambiente: por medio de la resolución 1628 de 2015 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 de Colombia 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.

Igualmente, se incluye la Resolución 1814 de 2015 del MADS, mediante la cual se declara una medida de precaución que protege temporalmente 57 sitios, en los cuales se adelantan procesos de declaratoria de áreas protegidas, en este caso, los de carácter regional, a cargo de las corporaciones autónomas regionales correspondientes.

Importancia de la variable

Para los propósitos de la zonificación de aptitud del cultivo comercial de caucho, las áreas protegidas representan determinantes ambientales de obligatorio cumplimiento, de acuerdo con la normatividad nacional. Esta característica genera un condicionante, pues cada una de las figuras tiene zonificación y se debe revisar en qué zonas es permitida la actividad productiva.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de la evaluación de la variable

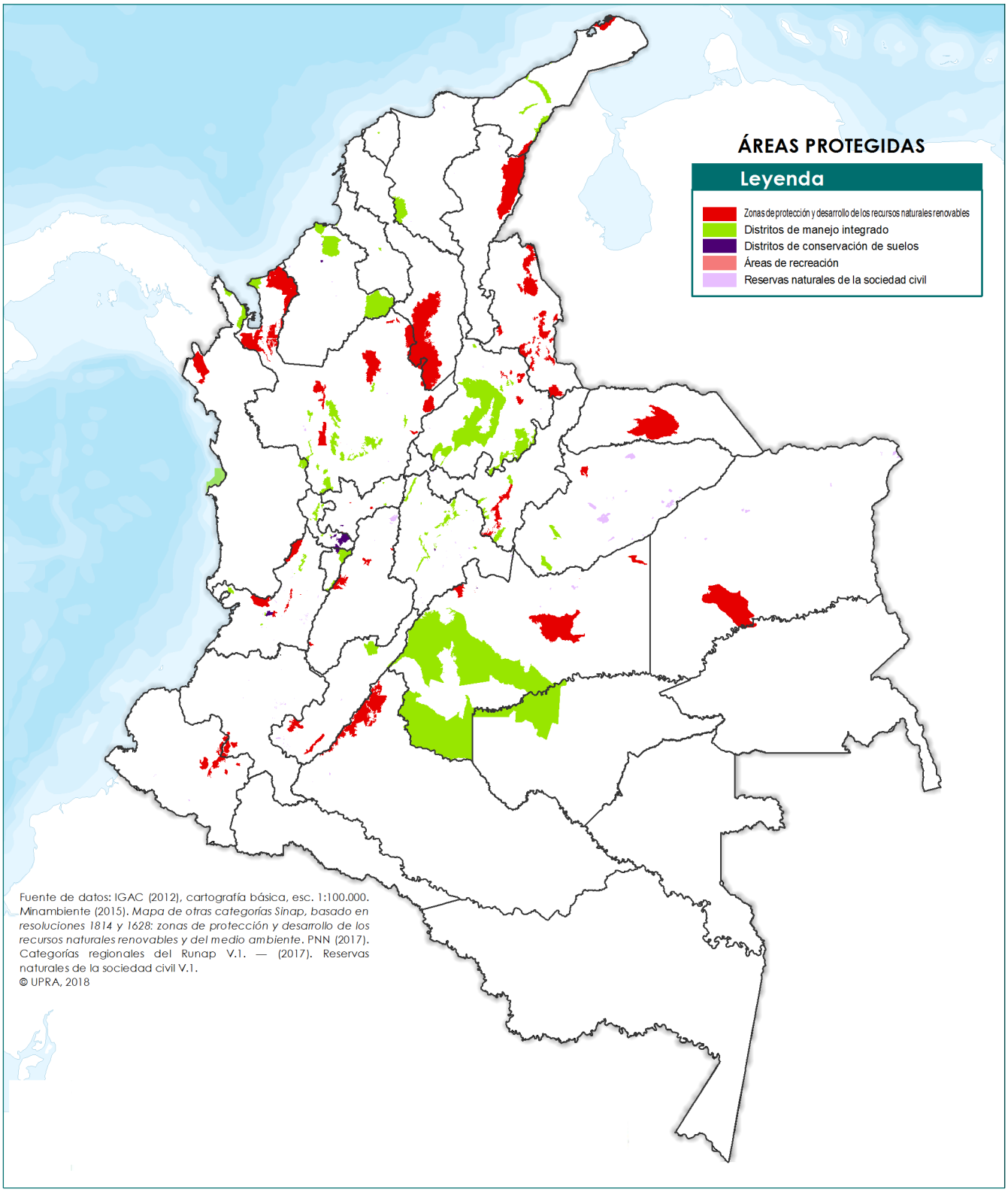
Existen categorías de áreas protegidas, como los distritos de manejo integrado que, en un nivel marginal y de acuerdo con su plan de manejo ambiental, podrían permitir el establecimiento y desarrollo del cultivo de caucho en la subzona de producción. No obstante, se requerirá una zonificación interna de cada área protegida, para identificar rangos de compatibilidad marginal.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- PNN. (2016a). *Categorías regionales del Runap V.1*.
- —. (2016c). *Reservas naturales de la sociedad civil. Versión 1*.
- Resolución 1814 de 2015. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones. *Diario Oficial* 49.675, del 12 de agosto de 2015. Colombia.
- Ideam. (2010b). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100.000*. Bogotá: Ideam.
- Resolución 1628 de 2015. Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente y se toman otras determinaciones. *Diario Oficial* 49.574, del 13 de julio de 2015. Colombia.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Condicionantes legales



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2015). *Mapa de otras categorías Sinap, basado en resoluciones 1814 y 1628: zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente*. PNN (2017). Categorías regionales del Runap V.1. — (2017). Reservas naturales de la sociedad civil V.1.

© UPRA, 2018

5.1.3 VARIABLE ZONAS DE RESERVA FORESTAL NACIONAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	✓

Definición

Zonas de reserva forestal, de acuerdo con la Ley 2.ª de 1959 y por las sustracciones de las zonas de reserva forestal de la misma.

Las zonas de reserva forestal nacional fueron creadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre, mediante la Ley 2.ª de 1959. Se compone de siete reservas forestales nacionales (ZRFN): ZRFN del Pacífico, ZRFN Central, ZRFN del río Magdalena, ZRFN de la sierra nevada de Santa Marta, ZRFN de la serranía de los Motilones, ZRFN del Cocuy y ZRFN de la Amazonia.

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 cualquiera 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).

Hay que tener en cuenta que también existen actividades exentas de sustracción, de acuerdo con la Resolución 1274 de 2014 del MADS, y que los requisitos y procedimientos de solicitud de sustracción están establecidos en la Resolución 1526 de 2012 del MADS.

En lo referente a las sustracciones de reserva forestal nacional, se facultó al MADS a reservar, alinderar y sustraer las reservas forestales nacionales. La sustracción se evalúa y otorga exclusivamente para la actividad que fue solicitada su sustracción; por este motivo las zonas sustraídas son solo para tal fin (numeral 18, artículo 5 de la Ley 99 de 1993, en concordancia con el Decreto Ley 3570 de 2011).

Importancia de la variable

Los condicionantes legales están referidos a aquellas zonas que, independientemente de la categoría de aptitud, requieren de un análisis complementario de tipo legal, social, cultural o ambiental para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de caucho natural; tal es el caso de las zonas de reserva forestal, de acuerdo con la Ley 2.ª de 1959.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de la evaluación de la variable

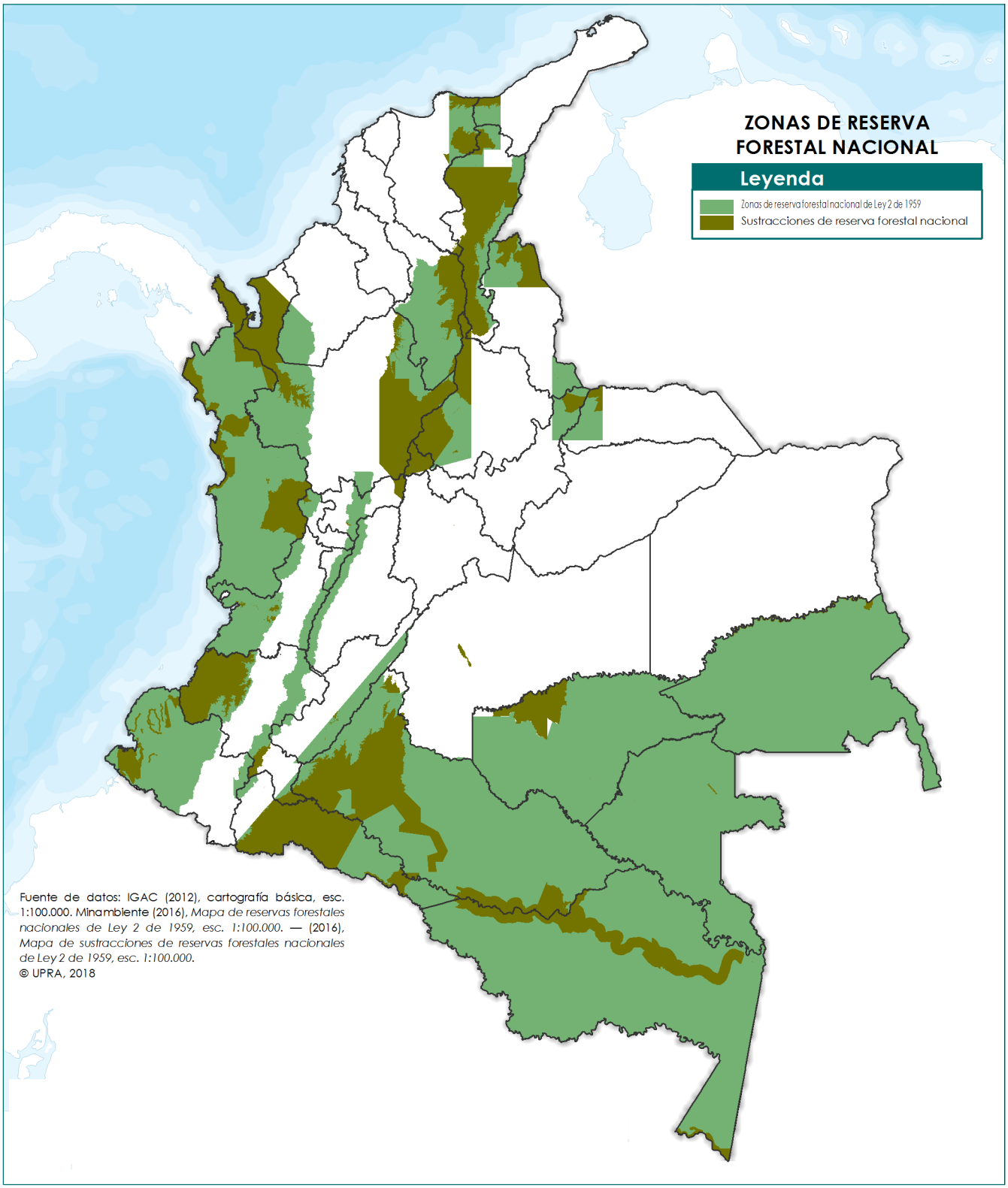
No existen limitantes para la evaluación de la variable, en razón a que la normatividad permite realizar cultivos comerciales y solo se exige el cumplimiento de los condicionantes legales o líneas de política determinados en cada caso.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- MADS. (2012b). *Mapa de reservas forestales nacionales de Ley 2.ª, escala 1:100.000.*
- —. (2012c). Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de la Ley 2.ª, escala 1:100.000.

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Condicionantes legales



Fuente de datos: IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. Minambiente (2016), *Mapa de reservas forestales nacionales de Ley 2 de 1959, esc. 1:100.000.* — (2016), *Mapa de sustracciones de reservas forestales nacionales de Ley 2 de 1959, esc. 1:100.000.*

© UPRA, 2018

5.1.4 VARIABLE DISTINCIONES INTERNACIONALES

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	✓
Definición		

Aquellos lugares que, por factores de orden ecológico, motivan el reconocimiento de su importancia a nivel internacional y que el país reconoce mediante su adscripción a tratados.

El soporte legal de estos implica que se supediten o puedan modificar algunos elementos de la producción comercial, sin que ello represente una restricción misma al uso o la reducción de la aptitud del territorio para su implementación. Por este motivo, requieren detalles adicionales que deben ser estudiados en conjunto con las autoridades ambientales competentes.

Las áreas son definidas por su importancia biológica y de acuerdo con el compromiso internacional adquirido y ratificado por el país para la protección y conservación de la biodiversidad.

En el ejercicio de zonificación de aptitud se consideran las siguientes distinciones internacionales:

- Convención de Ramsar: está referido a la protección de humedales; en él se define una zona húmeda o humedal como «cualquier extensión de marisma, pantano o turbera, o superficie cubierta de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» (Unesco, 1994).

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	10º 45′ N 74º 29′ W
1047	Laguna de La Cocha	Nariño	8 de enero de 2001	39.000	01º 03′ N 77º 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

Respecto a la Convención de Ramsar, es importante resaltar que la Ley 1450 de 2011 menciona, en el parágrafo 1.º 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, sociales y ambientales adoptados por el MADS o quien haga sus veces, destacando que en los humedales designados dentro de la lista de importancia internacional de la Convención de Ramsar no se podrán adelantar dichas actividades; no obstante, las limitaciones de estas áreas deben obedecer a su respectivo plan de manejo, donde se definen sus respectivas zonas de conservación, preservación y uso.

- Reservas de la biósfera: son 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.

Lista de reservas de la biósfera en Colombia

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. El cinturón andino comprende tres parques nacionales (PN): La Cueva de los Guácharos, Puracé y el Nevado del Huila.	1979	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia
El Tuparro	Se encuentra en el oriente colombiano, en la región de la Orinoquia, en el departamento del Vichada. La reserva se encuentra rodeada al norte por el río Tomo y al sur por el caño Maipurés. Es uno de los pocos lugares en el mundo donde habita el delfín rosado de la Amazonia.	1979	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia
Sierra nevada de Santa Marta	Hacia 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	Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia
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 y Aracataca.	2000	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
Seaflower	Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina	2000	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina

Importancia de la variable

Permite identificar áreas donde el establecimiento y el desarrollo del cultivo deben ser analizados en mayor detalle para identificar la compatibilidad de estos ecosistemas de importancia internacional.

Valor de exclusión o rango de evaluación aplicado

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de la evaluación de la variable

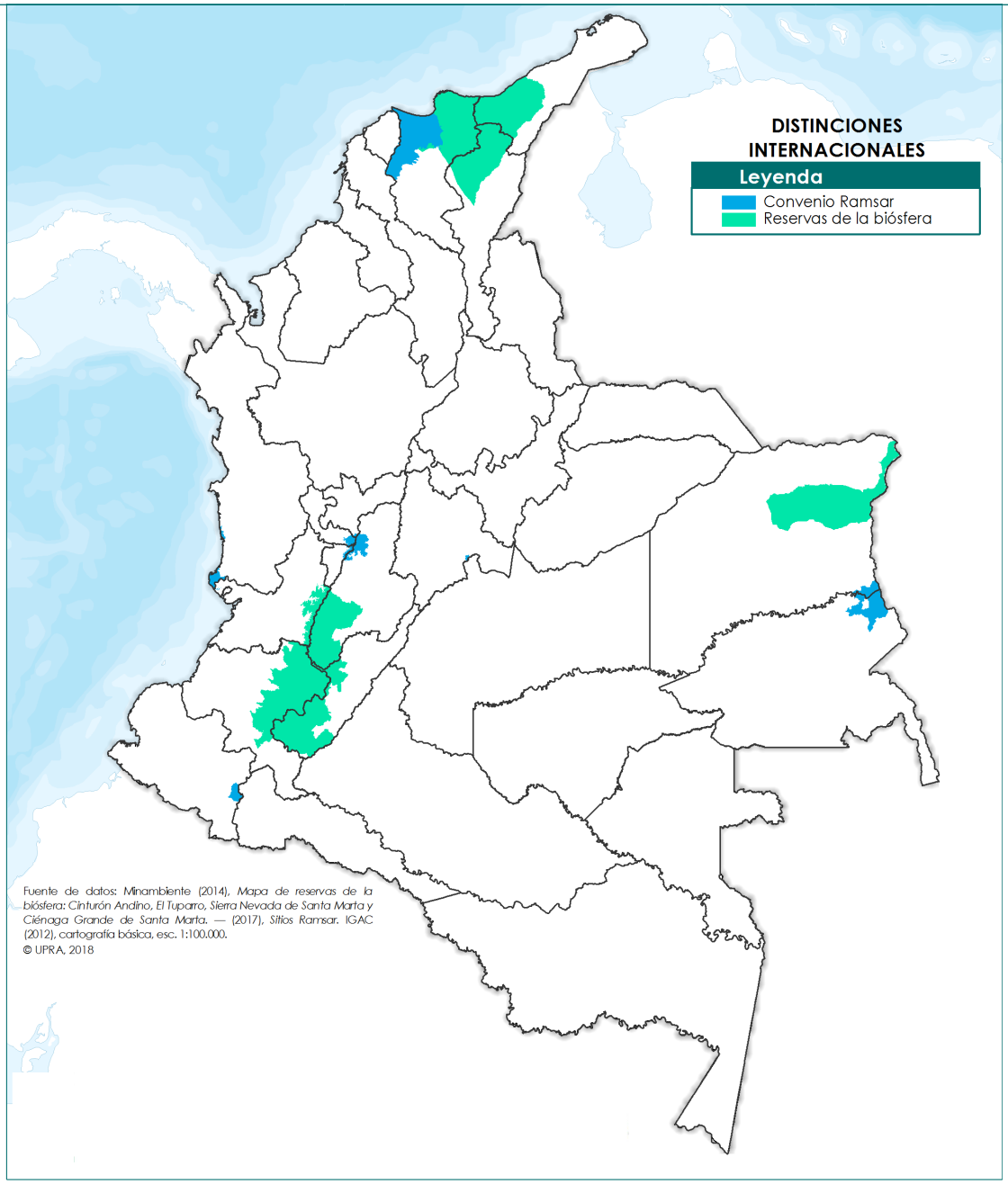
La delimitación de las reservas de la biósfera no representa una identidad ecosistémica, sino los vértices de polígonos, por lo cual se incorporan áreas en diferentes niveles de valores ecosistémicos; teniendo en cuenta lo anterior, no toda el área tiene la misma importancia ecosistémica y la restricción en su interior ha de estudiarse más en detalle.

Fuentes de información

- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- MADS. (2014a). *Mapa de reservas de la biósfera: Ciénaga grande de Santa Marta, Cinturón Andino, El Tuparro y Sierra nevada de Santa Marta.*
- —. (2014b). *Sitios Ramsar.*
- Unesco. (1994). *Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (Convenio de Ramsar).* París: Unesco. Recuperado de <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/scan_certified_s.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Condicionantes legales



5.1.5. VARIABLE ÁREAS DE PROTECCIÓN CULTURAL Y SOCIAL

FICHA METODOLÓGICA DE VARIABLE		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
CRITERIO ASOCIADO: CONDICIONANTES LEGALES		
Tipo de criterio asociado	**Exclusión técnica**	
	Análisis jerárquico	
	Exclusión legal	
	Condicionante	✓
Definición		

Comprenden aquellas zonas delimitadas por el Estado para la protección de la diversidad étnica y la identidad cultural de las comunidades que las habitan, así como los derechos sociales, económicos y culturales de los habitantes de las regiones que figuran bajo las siguientes categorías.

Por disposiciones legales, estas áreas cuentan con regímenes especiales para el acceso y aprovechamiento de los recursos disponibles en sus territorios.

Esta variable está conformada por las siguientes áreas:

- Tierras de las comunidades negras: son las titulaciones colectivas de las comunidades negras. De acuerdo con el artículo 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».

- Áreas de reserva (Ley 70): de acuerdo con el artículo 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».

- Zonas de reserva campesina: el artículo 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 éstas que podrá darse o tenerse en propiedad, los requisitos, condiciones y obligaciones que deberán acreditar y cumplir los ocupantes de los terrenos.

  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» (sic).

- 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 (artículo 21, Decreto 2164 de 1995).

- Paisaje cultural cafetero: de acuerdo con la Resolución 2079 del 7 de octubre de 2011 del Ministerio de Cultura, se define: «Artículo 1.° Reconocer el paisaje cultural cafetero como patrimonio cultural de la nación y como bien inscrito en la lista de patrimonio mundial de la Unesco, que consiste en un territorio compuesto por zonas de especial interés arqueológico, histórico y cultural.

  Artículo 2.° Delimitar como área reconocida como patrimonio cultural de la nación el área principal y el área de influencia del paisaje cultural cafetero de acuerdo con el plano y las coordenadas que se indican en el documento que hace parte de la presente resolución.

  Artículo 3.° 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».

- Áreas arqueológicas protegidas: en concordancia con lo establecido en el artículo 6.º de la Ley 397 de 1997, modificado por el artículo 3.º de la Ley 1185 de 2008 y el artículo 56 del Decreto Nacional 763 de 2009, el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) podrá declarar áreas protegidas aquellas en las que existan bienes arqueológicos, sin que dicha declaratoria afecte la propiedad del suelo, si bien este queda sujeto al plan de manejo arqueológico que apruebe dicha entidad.

  En las áreas de influencia arqueológica y los planes de manejo arqueológico se determinarán los niveles permitidos de intervención, condiciones de manejo y planes de divulgación para estos bienes; dichas zonas de influencia arqueológica y planes de manejo serán aprobados por el ICANH. De conformidad con el artículo 6.º de la Ley 397 de 1997, modificado por el artículo 3.º de la Ley 1185 de 2008 y el artículo 54 del Decreto Nacional 763 de 2009.

  Dado lo anterior, cualquier actividad productiva debe tener unas consideraciones y revisiones previas. Estas áreas de condicionantes legales incluyen solamente las áreas arqueológicas protegidas.

Importancia de la variable

Esta variable condiciona la implementación de desarrollos productivos en áreas donde se encuentran estas áreas de interés cultural y social, en zonas con aptitud para el cultivo.

De acuerdo con el Decreto 1320 de 1998 del Mininterior, se deberá surtir un proceso de consulta previa antes de la formulación de proyectos de inversión; de acuerdo con esto, es necesario revisar la necesidad de consulta previa para el desarrollo de actividades productivas en aquellas zonas que se identifiquen aptas para el cultivo y coincidan con áreas donde existan resguardos indígenas y consejos comunitarios. Para el caso de las zonas de reserva campesina, los proyectos deberán ser agrosostenibles, contribuir al cumplimiento del plan de desarrollo sostenible de la zona 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 exclusión de la variable

No aplica, por tratarse de un condicionante legal (C1).

Limitantes de evaluación de la variable

No se contemplan resguardos indígenas ni zonas de reserva campesina que no han sido reconocidos ni espacializados por el Incoder.

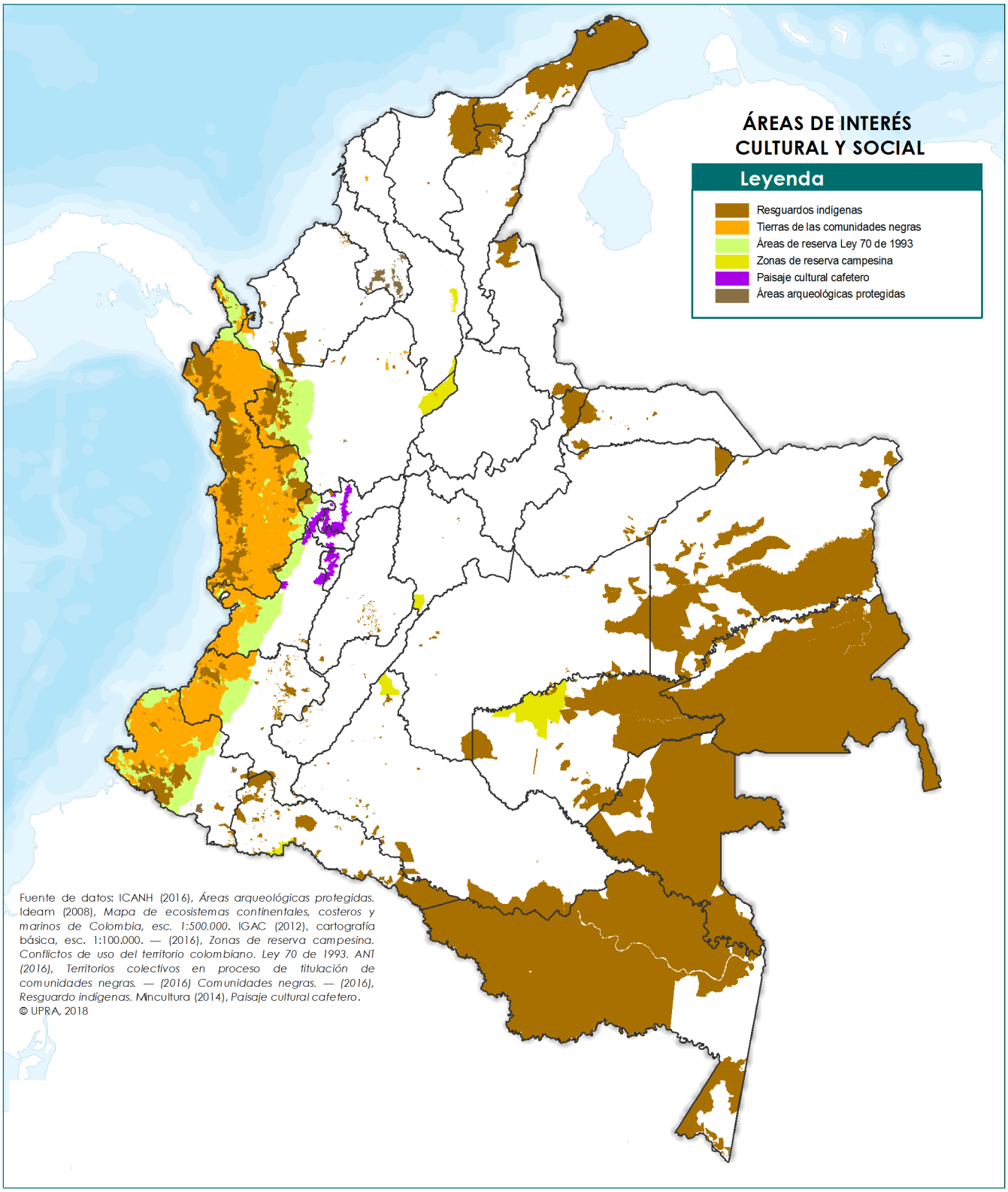
Prescindir de esta información en la zonificación de aptitud no desconoce la posibilidad de que se requiera adelantar procesos de consulta ante la pretensión de implementar desarrollos productivos futuros en territorios donde existan zonas de reserva campesina en proceso de constitución, ampliaciones de resguardos indígenas en curso o áreas con ocupación ancestral por parte de comunidades negras.

Fuentes de información

- ICANH. (2015b). *Áreas arqueológicas protegidas.*
- Incoder. (2014). T*erritorios colectivos en proceso de titulación de comunidades negras.* Ley 70 de 1993.
- —. (2015a). *Comunidades negras.*
- —. (2015b). *Resguardos indígenas.*
- IGAC. (2012a). Cartografía básica, escala 1:100.000. Bogotá: IGAC.
- —. (2012b). *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano.*
- Mincultura. (2014). *Paisaje cultural cafetero.*

Representación cartográfica de la variable

Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caucho | Condicionantes legales



Fuente de datos: ICANH (2016), *Áreas arqueológicas protegidas.* Ideam (2008), *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, esc. 1:500.000.* IGAC (2012), cartografía básica, esc. 1:100.000. — (2016), *Zonas de reserva campesina. Conflictos de uso del territorio colombiano. Ley 70 de 1993. ANT (2016), Territorios colectivos en proceso de titulación de comunidades negras.* — *(2016) Comunidades negras.* — *(2016), Resguardo indígenas.* Mincultura (2014), *Paisaje cultural cafetero.*

© UPRA, 2018



6. CRITERIO DE EXCLUSIONES TÉCNICAS

FICHA METODOLÓGICA DE CRITERIO		
Tipo de utilización de la tierra (TUT)	**Cultivo comercial de caucho**	
Componente: socioecosistémico		
CRITERIO ASOCIADO: EXCLUSIONES TÉCNICAS		
Tipo de criterio asociado	**Análisis jerárquico**	
	Condicionante	
	Exclusión técnica	✓
	Exclusión legal	
Variables asociadas al criterio		

Manglares
Bosque seco tropical
Deforestación posterior al 2010

Definición

Las exclusiones técnicas de tipo ecosistémico se agrupan en dos categorías. La primera concentra aquellos ecosistemas y zonas de importancia ambiental que se han priorizado para su protección y conservación debido a su importancia ecosistémica o su nivel de amenaza, por lo cual son incompatibles con la producción comercial de caucho.

La segunda categoría está conformada por aquellas coberturas boscosas que fueron deforestadas después del año 2010. Estas áreas fueron identificadas por medio del análisis de la cuantificación de la deforestación histórica en Colombia (Cabrera *et al.*, 2011) y no podrán ser objeto de algún 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 (CMNUCC); en esta se evidencia que Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos de la variabilidad del clima y del cambio climático, lo que pone en riesgo la sostenibilidad del desarrollo y hace necesaria la implementación de estrategias para la adaptación a los impactos que tendrán estos fenómenos sobre la población, el medio ambiente y la economía del país.

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

- «Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC)» (MADS, s. f.).
- «REDD+: estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo» (MADS, s. f.).

Para el caso de plantaciones de caucho natural, esta exclusión también atiende a lo establecido en el Decreto 139 de 1994, el cual establece que no podrá otorgarse el certificado de incentivo forestal a predios que se localicen en áreas que hayan estado en bosque natural durante los últimos cinco años.

Importancia del criterio

La importancia de estas exclusiones técnicas radica en que permite identificar áreas donde el establecimiento del cultivo no es compatible con los usos vocacionales en estos ecosistemas estratégicos y, por tanto, no debe ser permitida, dada la importancia para la prestación de servicios ecosistémicos. Asimismo, busca identificar aquellas zonas deforestadas recientemente con el fin de blindarlas y frenar en algún grado la expansión de la frontera agropecuaria, y así contribuir a la mitigación del cambio climático en el país.

Limitantes de la evaluación del criterio

Baja precisión de la información espacial empleada para conformar el criterio.

Valor de ponderación del criterio: no aplica.

Metodología de evaluación

Las capas de exclusión por bosque seco y manglares corresponden a los polígonos de bosque seco propuesto por el Instituto Alexander von Humboldt (IAVH).

La deforestación posterior al 2010 se espacializa mediante la deforestación histórica en Colombia a escala nacional, utilizando una leyenda de coberturas de la tierra (principalmente, vegetales) constituida por 14 clases de cobertura de la tierra y basada en la adaptación para Colombia de la leyenda de Corine Land Cover (CLC Colombia), en sus niveles I, II y III.

Rangos para la asignación de valores de aptitud

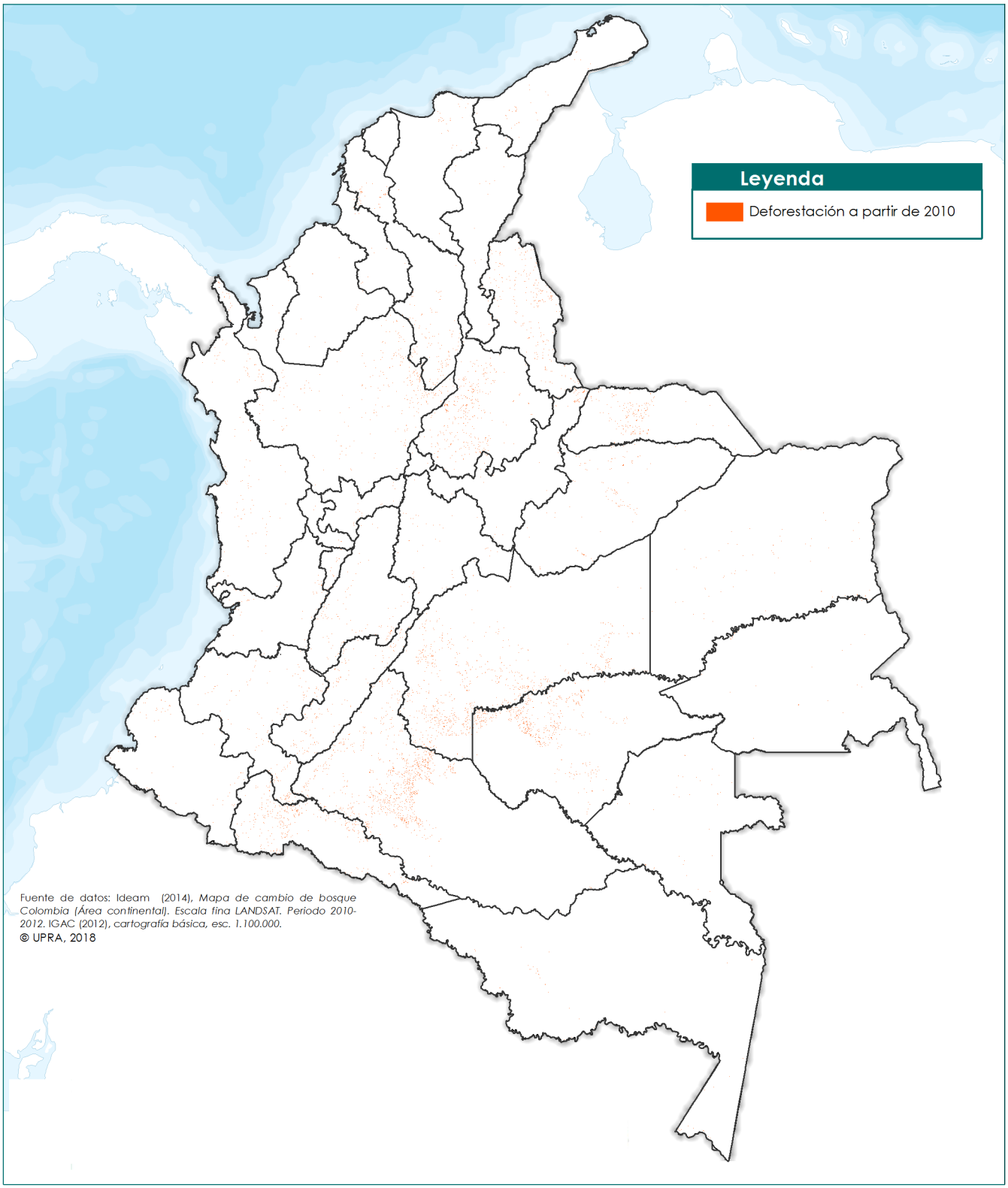
No aplica.

Fuentes de información

- Cabrera, E., Vargas, D., Galindo, G., García, M., Ordoñez, M., Vergara, L., Pacheco, A., Rubiano, J. y Giraldo, P. (2011). *Memoria técnica de la cuantificación de la deforestación histórica nacional – escalas gruesa y fina*. Bogotá: Ideam. Recuperado de < http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13817/Memoria+T%C3%A9cnica+Deforestaci%C3%B3n+.pdf/5f2741b4-ffa1-4b58-b986-f2fbefd6d006>
- IAVH. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. doi: 20.500.11761/9333.
- MADS. (s. f.). *Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono (ECDBC)*. Recuperado de < http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Estrategia_Colombiana_de_Desarrollo_Bajo_en_Carbono/FOLLETO_DE_PRESENTACION_ECDBC.pdf>
- —. (s. f.). *REDD+: estrategia nacional para la reducción de las emisiones debidas a la deforestación y la degradación forestal en los países en desarrollo*. Recuperado de < http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Documentos-Redd/110213_cartilla_redd_construccion_colectiva.pdf>

Representación cartográfica de la variable

Zonificación para plantaciones de caucho | Exclusiones técnicas



Fuente de datos: Ideam (2014), *Mapa de cambio de bosque Colombia (Área continental). Escala fina LANDSAT. Periodo 2010-2012.* IGAC (2012), *cartografía básica, esc. 1.100.000.*

© UPRA, 2018